DIE

GEWINNUNG DES GOLDES.

VORTRAG,

GEHALTEN IN DER

GENERALVERSAMMLUNG DES NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE

AM 12. DECEMBER 1897

VON

DR. L. GRÜNHUT,

DOCENTEN UND ABTHEILUNGSVORSTEHER AM CHEMISCHEN LABORATORIUM
ZU WIESBADEN.

MIT 5 ABBILDUNGEN IM TEXT.

Die Geschichte des Goldes steht in engster Beziehung zur Geschichte der geographischen Entdeckungen. Ueberall wohin sich die Culturmenschheit ausbreitete, wohin sie ihre Grenzen hinausschob, überall traf sie bald auf Gold. So erschlossen uns Columbus und die Conquistadoren die Schätze der Antillen, Centralamerikas und Perus; so folgte in viel späteren Zeiten der Colonisation der Weststaaten von Nordamerika unmittelbar die Entdeckung der californischen Goldlager. Wo immer die weisse Rasse sich niederliess: in Australien, in Afrika stiess sie auf reiche Goldvorkommnisse. Die Bearbeitung dieser Lagerstätten ist meist die erste Thätigkeit des Eroberers oder Ansiedlers und dann erst folgt die geregelte Arbeit des Ackerbauers und des Händlers.

Diese Verquickung der Geschichte des Goldes mit der Geschichte der Colonisation wird durch die Eigenart seines Vorkommens begründet. Meist findet es sich in lockeren Bodenschichten dicht an der Oberfläche unserer Erdkruste. In ihnen wird es bei den ersten Versuchen einer Bodencultur aufgefunden, und es lässt sich daraus mit Leichtigkeit gewinnen; sie sind aber auch verhältnissmässig rasch erschöpft. Deswegen ist an den Stätten jahrhundertalter Cultur in der Regel die Auffindung neuer Goldlagerstätten nicht mehr zu erwarten und die Ausbeute der bekannten nur noch gering, und die Erschliessung weiterer Quellen des rothen Metalles kann erst mit der Erschliessung jungfräulicher Länderstrecken erfolgen.

Die leichte Zugänglichkeit des Goldes liess es schon in sehr frühen Zeiten bekannt werden. Vielleicht war es das erste Metall, das die Menschheit überhaupt kannte. Woher unsere prähistorischen Vorfahren das Gold erhielten, das sie zu Schmuckgegenständen, zu Schwertgriffverzierungen, zu Hals- und Armringen — theils in feiner Filigranausführung — verarbeiteten, wie sie es gewannen: darüber fehlt uns natürlich jeder bestimmte Anhalt. Wir dürfen aber vermuthen, dass sie es mit primitiven Hilfsmitteln aus dem Flusssande ihrer nächsten

Heimath ausgewaschen haben. Gewiss liessen jedoch erwachende Handelsbeziehungen und wachsende technische Geschicklichkeit die Menschheit schon zu Beginn der geschichtlichen Ueberlieferung über diesen Standpunkt hinausgehen. Die Königin von Saba und die Schiffe Hirams brachten Salomo aus dem Auslande Gold in Fülle. Diodorus Siculus schildert uns, wie die Egypter durch ihre Kriegsgefangenen an der Grenze von Aethiopien Gold bergmännisch gewinnen liessen und Plinius giebt eine anschauliche Beschreibung des hydraulischen Goldabbaues der Römer in Spanien und der eigens dazu errichteten grossartigen Wasserwerke. [1])

Ursprünglich diente das Gold nur zur Herstellung von Schmuck. Bald aber erfüllte es eine zweite, wichtigere Aufgabe: es ward zum Tauschobject, zum Werthmesser der Waare, zur Münze. Dadurch war mit den sich ständig erweiternden Handelsbeziehungen der Culturvölker ein fortdauernd wachsendes Bedürfniss nach Gold geschaffen. Nach Ueberwindung der Scholastik widmeten sich die ersten Regungen selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit der Aufgabe, den Vorrath umlaufenden Goldes zu vermehren, insbesondere es aus unedlen Metallen zu gewinnen. Freilich ist eine solche »Transsubstantiation« mittlerweile als unmöglich erkannt worden, aber die Beschäftigung mit diesem Problem ist in einem anderen Sinne nicht vergeblich gewesen: aus ihr erwuchs die Wissenschaft der Chemie. Ihr ist es vorbehalten geblieben, der Aufgabe — wenn auch in anderem Sinne — gerecht zu werden. Noch in der Mitte unseres Jahrhunderts befand sich die Goldgewinnung an den meisten Stätten in einem Stadium, das nicht anders als »Raubbau« genannnt werden kann. Vielleicht ein Drittel des in den geförderten Erzen enthaltenen Goldes ging damals — und zum grössten Theil unwiderbringlich — verloren in Folge der angewandten mangelhaften Methoden. Heute ist das anders geworden. Das unablässige Bemühen von Chemikern und Hüttenleuten liess eine Reihe von Verfahren entstehen, die eine wesentlich bessere Goldausbeute aus den Erzen gestatten, als die älteren einfacheren. Mit Staunen gewahren wir heute an Stätten, die kaum der Cultur erschlossen und theilweise nur von Abenteurern bewohnt sind, die der Golddurst zusammengewürfelt hat, grosse Anlagen, in denen complicirte chemische Betriebe durchgeführt werden und die mit den modernsten Hilfsmitteln der Technik ausgerüstet sind.

---

[1]) G. vom Rath. Ueber das Gold. Berlin 1879.

Die folgenden Schilderungen wollen den Leser an einige Stätten älteren und neueren Goldbergbaues führen und ihn so mit den Besonderheiten des Vorkommens und der Gewinnung von Gold vertraut machen.

Parallel der Westküste der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in einer Entfernung von 250 km von derselben, zieht sich vom 36. bis zum 42. Parallelkreise ein nordsüdlich streichendes Gebirge hin: die Sierra Nevada. Der Ostabfall dieser hochgebirgartigen, zu mehr als 4000 m sich aufgipfelnden Kette senkt sich gegen ein unwirthliches 1300 bis 1800 m hohes Tafelland ab, das 9000 Quadratmeilen grosse »Great Basin.« In jüngst vergangenen geologischen Epochen die Stätte, an der sich zwei grosse Binnenseen, der »Lake Lahontan« und der »Lake Bonneville« ausdehnten, ist es heute bei aller Farbenpracht, bei aller Bläue seiner Salz- und Soda-Seen, bei aller Schönheit der begrenzenden Felsenberge doch nur eine abflusslose, von relativ wenig Menschen bewohnte Wüste.[1]) An der Grenze der Sierra Nevada und dieses Great Basin zieht sich, an der Ostseite der ersteren und in ungefähr 35 km Entfernung davon, etwas nördlich vom 39. Parallelkreise eine Parallelkette hin, die Washoe-Berge im Staate Nevada. Im Westen bilden die Thalsenke des Washoe-Sees, im Süden der Carson-Fluss und im Norden der Truckee-Fluss die Grenzen dieser Erhebung. Ihr höchster Gipfel, der Mt. Davidson, ist 2385 m hoch.

In diesen Washoe-Bergen sind reiche Gold- und Silberlagerstätten aufgefunden worden. Die Geschichte ihrer Entdeckung und Ausnützung ist abenteuerlich genug, und wenn man E. Lords ausführliche Darstellung derselben durchblättert, ist man versucht zu glauben, das phantastische Werk eines Romanschriftstellers vor sich zu haben. Mormonen, die aus dem Kriege der Vereinigten Staaten gegen Mexico zurückgekehrt waren und sich im Jahre 1848 hier niederliessen, waren die Entdecker des Goldes. Doch brachte es ihnen persönlich keinen Nutzen. Brigham Young berief sie in die neu gegründete Salzseestadt zurück und dort mussten sie ihr Gold abgeben. Es soll den Reichthum der Mormonenkirche begründet haben. Noch während ihrer Anwesenheit kamen auch californische Goldsucher in die Gegend, blieben aber lange

---

[1]) G. vom Rath. Geographisch-geologische Blicke auf die pacifischen Länder Nordamerikas. Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. **12**, 402—418, 1885.

vereinzelt und fanden nur mässigen Gewinn. In den Jahren von 1851 bis 1858 gruben dort jeweilig 100 bis 200 Leute nach Gold und ihre Gesammt-Ausbeute erreichte in diesen 7 Jahren einen Werth von 2 300 000 Mk.

Die Fundstätten lagen in einer westlichen Seitenschlucht des Carson-Thales, die von den Ansiedlern Gold-Cañon genannt wurde. Die Gewinnung des Goldes geschah mit Hilfe einfacher Werkzeuge, die wir später noch kennen lernen werden, und sie beschränkte sich auf die Bearbeitung der lockeren oberen Bodenschichten, namentlich aber der Sandablagerungen der Flüsse.

Bald wurden in der Nähe dieser leicht zugänglichen Lagerstätten andere etwas minder leicht erreichbare aufgefunden, die in Form von Erzgängen im anstehenden Gestein auftraten. Schon 1856 sollen zwei Brüder Grosh solche Gänge entdeckt haben. Beide starben aber bald, und es blieb einem Abenteurer, Namens Henry Comstock, vorbehalten in Gemeinschaft mit zwei Irländern, im Winter 1858/59 die ersten Muthungen auf diese — etwas nördlich vom Gold-Cañon gelegenen — Lagerstätten einzulegen, das heisst das Besitzrecht auf die Mineralschätze der betreffenden Landstrecken zu erwerben.

Im Juni 1859 gelangte eine Erzprobe aus diesen Golddistricten nach Gross-Valley, einem californischen Orte, und es wurde dort festgestellt, dass sie nicht nur sehr goldreich, sondern auch stark silberhaltig war. Das veranlasste einige Einwohner dieses Ortes unter Führung von James Walsh sich nach Washoe zu begeben und den dort wohnenden Goldsuchern ihr Besitzrecht abzukaufen. Auch Comstock verkaufte seinen Antheil. 42 500 Mk. waren der Kaufpreis, der ihm zufiel und von dem 42 Mk. und 50 Pfennige baar angezahlt wurden. Die benachbarten Muthungen erwarben die neuen Einwanderer für 300 000 Mk.

Der Minenantheil, den Comstock für einen Preis, der ihm ein Vermögen dünkte, dahingegeben hatte, barg den wesentlichsten Theil eines Erzganges, der vielleicht die grösste Vereinigung von Edelmetallen auf der ganzen Erde darstellt. Unmittelbar nach Comstocks Fortgehen begann dort ein regelrechter Bergbau, und von 1860 bis 1892 sind aus diesem Erzmittel Gold im Werthe von 600 Millionen Mk. und Silber im Werthe von 900 Millionen Mk. gewonnen worden [1]) und aus

---

[1]) S. F. Emmons. Mineral resources of the United States. Calendar year 1892. Washington 1893, S. 76.

dem Erträgniss wurden bereits bis 1882 492 450 000 Mk. Dividenden vertheilt.

Comstocks Name ist durch diese Verknüpfung der Lebensgeschichte seines Trägers mit der Entdeckungsgeschichte eines der grössten Edelmetalllager unvergessen geblieben und der Erzgang, von dem wir sprechen, wird nach ihm Comstock-Gang genannt. Sonst freilich hat Comstock keinen Anspruch auf Unsterblichkeit. Sein Leben nach der Veräusserung seines Minenbesitzes war, wie sein Vorleben, das eines Abenteurers. Er kaufte sich zunächst von einem Mormonen ein Weib; 250 Mk., ein Pferd und ein Revolver waren der Preis, den er dafür zahlte. Die Schöne betrog ihn, er verliess die Washoe-Berge und setzte anderwärts sein ungeordnetes Leben fort, heimathlos und unausgesetzt auf der Wanderschaft. 1870 endigte er durch Selbstmord; er starb »elend, schmutzig, unbetrauert, unbemerkt und fast ungekannt.« (E. Suess[1]).

Der Comstock-Gang streicht am Ostabhange der Washoe-Berge in einer Meereshöhe von 1900 bis 2100 m zu Tage aus und erstreckt sich dem Gebirgszuge parallel (also in meridionaler Richtung) in einer Gesammtlänge von 6,7 km. Wir müssen in ihm die Ausfüllung einer Spalte erblicken, die in einer früheren Epoche der Erdgeschichte aufgerissen wurde.

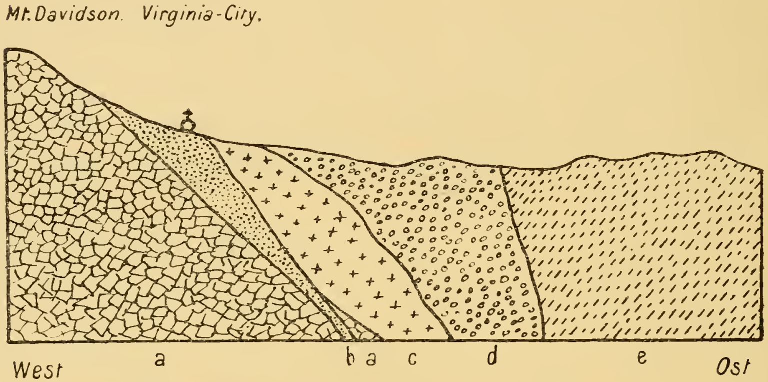
Die Gegend, von der wir sprechen, war in geologischer Vergangenheit der Schauplatz lebhafter vulkanischer Thätigkeit. Fünf Epochen lassen sich unterscheiden, in welchen hier feurig-flüssige Massen als Lavaströme dem Erdinnern entstiegen und sich als mächtige Decken auf der Erdoberfläche ausbreiteten. Ihnen entsprechen fünf verschiedene Gesteintypen, die als Erstarrungsproducte dieser Eruptivmassen anzusehen sind. Diese Gesteine sind: Diorit, Diabas. Hornblende-Andesit, Augit-Andesit und abermals Hornblende-Andesit. Die einzelnen Gesteinmassen, welche durch die Eruptionen zu Tage gefördert wurden, liegen nicht horizontal übereinander, sondern sie finden sich als eine unter

---

[1]) F. von Richthofen. Die Metallproduction Californiens und der angrenzenden Länder. Petermanns Mittheilungen. Erg.-Heft **14**, S. 30, 1864. — E. Suess, Die Zukunft des Goldes. Wien 1877, S. 320. — E. Lord. Comstock mining and miners. Monographs of the United States geological survey. **4**. Washington 1883.

ca. 40° nach Ost einfallende Gesteinfolge. Diese Lagerungsverhältnisse werden durch Figur 1 erläutert, welche einen von West nach Ost verlaufenden Gebirgsquerschnitt darstellt. Wir ersehen daraus, dass der Mt. Davidson, der bereits erwähnte höchste Berg der Washoe-Kette, aus dem ältesten der genannten vulkanischen Gesteine — dem Diorit — gebildet wird, und dass seinem steil geneigten Ostabhang die Bänke der übrigen Eruptionsmassen in der angegebenen Reihenfolge

Fig. 1.



Querprofil durch die Washoeberge.
a Diorit. b Comstockgang. c Diabas. d Aelterer Hornblendeandesit. e Augitandesit.

auflagern. Nur der zweite Hornblende-Andesit fehlt in dieser Figur, weil sich der gezeichnete Durchschnitt nicht bis in die Region seines Auftretens erstreckt.

Längs der meridional verlaufenden Grenzlinie von Diorit und Diabas öffnete sich in einer früheren Periode der Erdgeschichte eine ungeheure Spaltenkluft. Die Spalte folgte in ihren oberen Horizonten der Berührungsfläche des Diabases mit dem Diorit, verliess dieselbe jedoch in den unteren Tiefen und fand nunmehr ihre Fortsetzung in dem Diorit selbst. Ihre Kluftweite (Mächtigkeit) ist nicht überall die gleiche, sie wechselt von 20 m bis zu 200 m.

Wir dürfen uns die Entstehung einer solchen Spalte nicht etwa so vorstellen, als ob sich lediglich ein glatter Riss in dem Gestein gebildet hätte. Von der Hauptkluft aus erstreckten sich vielmehr noch zahlreiche Seitenrisse in das Nebengestein hinein und verwandelten so das anstehende Gestein in der nächsten Nachbarschaft der Spalte in

ein Haufwerk loser Felstrümmer. In unserem speciellen Fall ist das namentlich auf der östlichen Seite der Spalte eingetreten, wo sie vom Diabas begrenzt wird. Die so entstandenen Trümmermassen, deren einzelne Blöcke nicht selten gigantische Dimensionen aufweisen, stürzten unmittelbar nach dem Aufreissen der Spalte in dieselbe hinab und füllten sie auf diese Weise zum Theil wieder aus. Alsbald machten sich aber noch andere Phänomene geltend, die für eine Ausfüllung der Räume sorgten, die noch zwischen den nachgestürzten Trümmerblöcken leer zurückgeblieben waren. In dem Nebengestein der Spalte, namentlich im Diabas, circulirten Grundwasserströme. Sie führten im Laufe unendlich langer Zeiträume diejenigen Bestandtheile des Gesteines, die im Wasser löslich sind, mit sich fort und nahmen, je länger ihr Weg sich erstreckte, immer mehr den Charakter einer — wenn auch noch so verdünnten — Auflösung mineralischer Substanzen an. Schliesslich gelangten die Wassermassen in die offene Spalte und hier schieden sich jeweilig die gelösten Mineralien krystallinisch aus. Das geschah theils in Folge der Verdunstung des Lösungsmittels, theils vielleicht auch in Folge einer Wechselzersetzung mit anderen Mineral-Auflösungen, die anderen Orts in ähnlicher Weise entstanden waren und nunmehr hier in Gestalt von Quellen aus der Tiefe der Spalte empordrangen. Auf diese Weise wurde die Spalte allmählich vollständig ausgefüllt; aus der aufgerissenen Kluft entstand ein Gang: der Comstock-Gang, dessen Lage längs der Grenzfläche von Diorit und Diabas sich unschwer an dem Gebirgsdurchschnitt Figur 1 erkennen lässt.

Bei dem Vorgang der Auslaugung erlitt auch das Nebengestein eine tiefgreifende Zersetzung, durch welche die petrographischen Unterschiede der vorhin aufgezählten einzelnen Eruptivgesteine verwischt wurden. Fast überall stellte sich als Product der Zersetzung ein und dasselbe grüne Mineral, der Chlorit, ein. Hierdurch wurde den ursprünglich verschiedenen Gesteinen eine gewisse Gleichförmigkeit aufgeprägt, die früher Richthofen veranlasste, sie unter einem gemeinschaftlichen Namen (Propylit) zu vereinigen.

Unter den Mineralien, welche auf die beschriebene Weise in die Spalte gelangten und sie im Laufe der Zeit völlig ausfüllten, ist das vorwaltende Quarz; nur stellenweise kommt auch Kalkspath vor. Der Quarz bildet in der Regel keine festen zusammenhängenden Massen, sondern zeigt mehr oder minder eine bröcklige Structur, die ihm ein zuckerähnliches Aussehen verleiht und den Namen »Zuckerquarz« ein-

getragen hat. In diesem Gangmittel finden sich in grosser Menge edle Gold- und Silbererze. Sie sind meist so fein vertheilt, dass sie nur selten direct erkannt werden können und sich in der Regel nur durch die Färbung verrathen, die sie dem Quarz ertheilen. Diese Erze sind gediegen Silber, gediegen Gold, ferner die Verbindung des Silbers mit Schwefel, welche man Silberglanz nennt, sowie in geringen Mengen Stephanit und Polybasit, beides Verbindungen von Schwefelsilber mit Schwefelantimon. Seltener sind silberreicher Bleiglanz und dunkles Rothgiltigerz, letzteres gleichfalls eine Verbindung von Schwefelsilber mit Schwefelantimon. Schliesslich kommen auch Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies und einige andere Mineralien vor.

Nebengesteinstrümmer und Zuckerquarz finden sich allenthalben in der ganzen Erstreckung des Ganges sowohl seiner Länge nach, als auch in allen Teufen. Nicht so die edlen Erze. Ihr Vorkommen ist vielmehr auf einzelne Regionen der Gangausfüllung beschränkt. Diese edelmetallführenden Partien sind merklich gegen die übrige Gangmasse abgegrenzt, sie besitzen linsenförmige oder fischkörperähnliche Gestalt. Man nennt sie Bonanzas. Abgesehen von ihnen ist also der Gang erzarm oder erzleer und verengt sich stellenweise zu einem dünnen Quarztrum oder einer Thonkluft. Die grösste dieser Bonanzas ist die Gold-Hill-Bonanza. Sie hatte eine Längenerstreckung von 335 m und reichte mehr als 200 m in die Tiefe hinab. Zuweilen liegen im Gangraum mehrere Bonanzas neben einander. Nach Richthofen führen namentlich die der Erdoberfläche zunächst gelegenen Regionen der Bonanzas einen hohen Gehalt an gediegenem Golde. Doch fehlt auch hier nicht ein reicher Silbergehalt; und in den tieferen Horizonten ändert sich das Verhältniss von Gold zu Silber schnell zum Vortheil des letzteren Metalles. [1])

Die ersten hier thätigen Goldsucher beschränkten sich auf eine Verarbeitung der goldreichen lockeren sandigen oberen Bodenschichten. Der Metallreichthum der tieferen Lagen war ihnen noch nicht bekannt. Sie bedienten sich bei ihrer Arbeit eines höchst primitiven Verfahrens:

---

[1]) F. v. Richthofen a. a. O. 26. — E. Suess a. a. O. 128—139. — Geo. F. Becker. A summary of the geology of the Comstock lode and the Washoe district. Second annual report of the United States geological survey. Washington 1882, S. 291—330. — Derselbe. Geology of the Comstock lode and the Washoe district. Monographs of the United States geological survey 3. Washington 1882.

sie wuschen das Gold aus. Diese Goldwäscherei beruht darauf, dass beim Anrühren des goldhaltigen Sandes mit Wasser das specifisch schwere Gold rascher zu Boden sinkt, als die leichteren Sandpartikeln. Als Werkzeug diente die sogenannte Pfanne, eine flache eiserne Schüssel von der Gestalt einer Casserolle, die gleichzeitig meist auch als Essgeräth benutzt wurde. Man vermischte in ihr den Goldsand mit Wasser, spülte durch geschickte kreisende oder schüttelnde Bewegung die Sandkörner mit der Flüssigkeit weg und behielt nach hinreichend häufiger Wiederholung des Vorgangs schliesslich ziemlich reine Goldkörner übrig. — Ein etwas grösserer Apparat, der auf dem gleichen Princip beruhte, war die Wiege. Es war ein langer Kasten, der auf zwei Wiegehölzern stand und durch einen Handgriff in wiegenartig schaukelnde Bewegung versetzt wurde. Der Kasten besass einen schwach geneigten doppelten Boden: einen massiven und darüber einen Siebboden. Durch letzteren fielen der feine Sand und die Goldkörner hindurch auf den eigentlichen festen Boden, während die gröberen leichteren Theile darauf zurückblieben und durch einen zufliessenden Wasserstrahl hinweg und aus dem Kasten heraus geführt wurden. Durch Querrippen, die auf dem massiven Boden angebracht waren, wurden hier die herabgefallenen Goldkörner zurückgehalten, während der feine Sand durch eine besondere, darüber liegende Oeffnung weggeschwemmt wurde.

Diese Verfahren, sowie alle anderen mit so primitiven Hilfsmitteln durchgeführten Waschprocesse sind mit grossen Goldverlusten verknüpft, die bis zu 50 % betragen können. Es ist ganz unvermeidlich, dass mit dem fortgewaschenen Sande auch Gold mit fortgeführt wird. Als man erkannte, welch' reichhaltige Lagerstätte der Comstock-Gang war, als man einsah, dass er sich in die Tiefe erstrecke, begann man alsbald grössere Sorgfalt auf eine möglichst vollständige Gewinnung der vorhandenen Erze zu verwenden, ebenso wie auf eine vollständige Abscheidung des darin enthaltenen Edelmetalls. Diesem Bestreben entsprang die Einführung geregelten Bergbaus und geeigneter Verhüttungsmethoden im Comstock-Reviere.

Der Bergbau geschah in einfacher, aber zugleich grossartiger Weise. Die Bonanzas wurden im Laufe der Zeit bis in grosse Teufen hinab vollständig herausgenommen und an ihre Stelle, um ein Einstürzen der bisherigen, nunmehr frei stehenden Seitenwände zu vermeiden, ein kunstvolles Zimmerwerk starker Holzbalken gesetzt. Der Wald der Sierra Nevada wurde, wie Richthofen sagt, in die Gruben geschleppt.

Schächte wurden angelegt, Stollen vorgetrieben und Dampfmaschinen angeschafft. Im Juni 1880, als Bergbau und Metallgewinnung schon stark im Zurückgehen waren, betrug nach Becker der Gesammt-Effect der am Comstock-Gang aufgestellten Maschinen 24 130 Pferdekräfte, die Schächte und Querstrecken erreichten eine Länge von insgesammt 240 km, 2770 Menschen waren in den Werken beschäftigt, die zusammen einen Jahreslohn von 19 000 000 Mk. bezogen.

Die geförderten Erze bestehen aus der beschriebenen Gangausfüllung, also in der Hauptsache aus Zuckerquarz, Gold, Silber und den genannten silberhaltigen Mineralien. Der Gehalt an Silber beträgt nach Schnabel[1]) 0,05 bis 2,786 %, derjenige an Gold 0,001 bis 0,57 %, Erze mit weniger als 0,2 % Silber lohnen nach Brand[2]) die Verarbeitung nicht. Doch können natürlich solche silberarmen Erze noch um ihres Goldgehaltes willen verarbeitungswürdig sein.

Die Verarbeitung der Erze geschah nach besonderen Abarten des sogenannten Amalgamationsverfahrens. Diese Processe, die man an vielen anderen Stätten der Goldgewinnung wiederfindet, beruhen auf einer Ueberführung des Goldes sowie des Silbers in sogenanntes Amalgam, das heisst in eine halbflüssige Legirung mit Quecksilber. Die Bildung des Amalgams erfolgt direct beim Zusammenbringen der sehr fein vertheilten blanken Metalle mit Quecksilber. Bringt man jedoch Quecksilber mit den zerkleinerten Roherzen zusammen, so kommt neben dieser chemischen Wirkung noch eine andere, rein physikalische ins Spiel. Das specifische Gewicht des Quecksilbers ist wesentlich höher, als dasjenige der Mineralien, welche das Gold begleiten, und es müssen deshalb diese fremden Erzgemengtheile auf dem Quecksilber obenauf schwimmen. Dagegen sinkt Gold in Quecksilber zu Boden, und es werden in Folge dessen auf rein mechanischem Wege auch diejenigen Goldpartikeln von den begleitenden Mineralien getrennt, welche um ihrer Grösse oder Oberflächenbeschaffenheit willen nicht mit in Amalgam übergeführt werden konnten.

Alle Amalgamationsverfahren zerfallen in drei gesonderte Operationen:

---

1) C. Schnabel. Handbuch der Metallhüttenk. 1, 664—729. Berlin 1894.

2) O. Dammer. Handbuch der chemischen Technologie 2, 521. Stuttgart 1895.

1. die Herstellung des Amalgams;
2. die Trennung desselben von den begleitenden Mineralien;
3. die Reingewinnung des Edelmetalles aus dem Amalgam.

Die Herstellung des Amalgams erfolgt im einfachsten Falle durch ein directes Zusammenbringen der Erze mit Quecksilber. Die Trennung geschieht mit Hilfe des verschiedenen specifischen Gewichtes von Amalgam und Begleitmineralien durch ein einfaches Schlämmverfahren. Um schliesslich Gold und Silber rein zu erhalten, wird das Amalgam in eisernen Retorten erhitzt. Das Quecksilber entweicht hierbei dampfförmig und kann in geeigneten Vorlagen condensirt und alsdann aufs neue zur Amalgambereitung benützt werden; Gold und Silber dagegen bleiben in der Retorte als die erwünschten Endproducte des Verfahrens zurück.

Der Process konnte in dieser einfachsten Form im Comstock-Revier nicht angewendet werden, weil die dortigen Erze, wie wir bereits sahen, neben gediegen Gold und gediegen Silber noch in reichem Maasse Edelmetalle in Form chemischer Verbindungen, namentlich als Silberglanz, enthalten. Diese Verbindung des Silbers mit Schwefel amalgamirt sich nicht direct mit Quecksilber und ihr Silbergehalt würde verloren gehen.

Um das zu vermeiden unterwarf man in der ersten Zeit die Erze einer sogenannten chlorirenden Röstung. Sie wurden mit Kochsalz gemischt und in Oefen geröstet, die nach Richthofen eine Beschickung von 500 bis 600 kg fassten. In Folge chemischer Umsetzungen mannigfaltigster Art gehen bei einem solchen Röstprocess sowohl die gediegenen Edelmetalle, als auch die in Form chemischer Verbindungen vorhandenen nahezu vollständig in Chlorverbindungen über. In der fertig abgerösteten Masse findet sich demnach fast alles Gold in Form von Goldchlorid, fast alles Silber in Form von Silberchlorid vor.

Das Röstgut wurde nunmehr in horizontal liegende, rotirende Fässer gebracht, in welchen sich ausserdem noch Wasser, sowie eiserne Kugeln befinden. Das Wasser löst das Goldchlorid und das überschüssige, unzersetzt gebliebene Kochsalz auf, und das letztere wirkt auf das Silberchlorid lösend ein. Auf diese Lösung übt dann das Eisen (der Kugeln) eine zersetzende Wirkung aus, indem es alles Silber und alles Gold in Form der freien Metalle abscheidet und sich seinerseits mit dem Chlor verbindet und in Lösung geht. Setzt man jetzt Quecksilber zu und

lässt weiter rotiren, so amalgamirt sich die ganze Menge der ausgeschiedenen Edelmetalle mit Leichtigkeit, und der Zweck ist erreicht.

Neben diesem Verfahren der sogenannten »Fässer-Amalgamation« ist von Anfang an noch ein zweites in Gebrauch gewesen: die Pfannen-Amalgamation. Bei dieser Abart fällt die chlorirende Röstung weg. Sie ist im Laufe der Zeit auf eine hohe Stufe der technischen Durchbildung gebracht worden, so dass sie bald nicht nur am Comstock-Gang die Fässeramalgamation völlig verdrängte, sondern auch an vielen anderen Lagerstätten angewendet wurde und heute noch im Betriebe steht. Man nennt das Verfahren häufig den Washoe-Process. Das Wesen desselben besteht darin, dass die Amalgamation in der Wärme bei Gegenwart von Wasser sowie von geringen Mengen Kochsalz und Kupfervitriol und von äusserst fein vertheiltem Eisen vorgenommen wird. Unter diesen Bedingungen wird auch das im Schwefelsilber enthaltene Silber direct in Amalgam übergeführt.

Zunächst müssen die Erze zerkleinert werden, dann erfolgt die Amalgamation derselben. Dieselbe geschieht in eigenartigen Apparaten, sogenannten Pfannen, in welchen das Erz mit Quecksilber und mit den erwähnten Zuschlägen beständig in eine sehr innige Berührung gebracht wird. Hierauf folgt, wie bei allen Amalgamationsmethoden die Isolirung und Reinigung des Amalgams und schliesslich die zur Entfernung des Quecksilbers nothwendige Destillation. Ich gebe im Folgenden eine etwas genauere Beschreibung des Verfahrens, wobei ich den eingehenden Angaben Schnabels folge.

Die Zerkleinerung der Erze beginnt mit einem Vorbrechen der gröberen Stücke auf Steinbrechern; dann kommt das ganze geförderte Erzquantum auf Pochwerke. Man verwendet speciell die in Californien erfundene Art derselben und bezeichnet sie als »Californische Pochwerke.« Sie bestehen zunächst aus einer 1,2 m bis 1,5 m langen, ebenso hohen und 0,3 m breiten gusseisernen Mulde, dem Pochtrog. Dieser Pochtrog besitzt auf seiner oberen Seite einen Längsschlitz, durch welchen die geförderten Erze continuirlich in denselben eingetragen werden. Ausserdem besitzt der Pochtrog in seiner unteren Region auf beiden Seiten (rechts und links) noch je einen Längsschlitz, durch welche das zerkleinerte Material herausgeschafft wird. Diese Austragöffnungen sind mit Sieben überdeckt, so dass thatsächlich nur das feingepochte Material, welches die Siebmaschen zu passiren vermag, das Pochwerk verlassen kann.

In den Pochtrog fallen eine Anzahl, gewöhnlich 5, sogenannter Pochstempel in regelmässigem Rhythmus nieder, werden wieder gehoben und fallen wieder nieder. Die Zahl der Schläge dieser Pochstempel beträgt 70 bis 80 in der Minute; die Höhe, aus der sie niederfallen und zu der sie durch geeignete mechanische Vorrichtungen immer wieder emporgehoben werden, etwa 0,25 m.

Jeder Pochstempel besteht aus einer schweren schmiedeeisernen Stange, welche an ihrem unteren Ende einen cylindrischen Gusseisenkörper, den Pochschuh, trägt. Das Gewicht der Pochschuhe beträgt 45 bis 80 kg, der ganze Pochstempel wiegt 350 bis 450 kg.

Die in den Pochtrog eingetragenen Erze werden durch die Gewalt der niederfallenden Stempel zerkleinert. Zugleich fliesst beständig Wasser ein und schwemmt das fein gepochte Erz durch die Austragöffnungen fort. Im grossen Durchschnitt kommen auf jeden Stempel stündlich 325 l Wasser, und er verarbeitet in 24 Stunden 1 bis 3 Tonnen Erz.

Die abfliessende Pochtrübe wird in Sammelbehälter geleitet, in welchen die schweren Theile als ein schlammiger Bodensatz niedersinken, während die leichteren suspendirt bleiben. Sie gelangen mit dem abfliessenden Wasser in eine zweite Gruppe von Sammelbehältern, in welchen die etwa mitgerissenen schweren Theile nochmals Gelegenheit finden, sich abzusetzen. Aus allen diesen Behältern wird das abgesetzte Erz, nachdem das Wasser abgelassen ist, mit gestielten Eimern ausgeschöpft.

Es kommt nunmehr in die Pfannen zur Amalgamation. Diese Pfannen sind 0,6 bis 0,76 m hohe cylindrische gusseiserne Gefässe von 1,2 bis 1,7 m Durchmesser, in deren Mitte eine verticale Welle läuft. Die Welle trägt an ihrem unteren Ende einen durchlöcherten gusseisernen Kegel, der unten in einer horizontalen Gusseisenscheibe endigt. In die Unterseite der letzeren sind mindestens 6 Gusseisenstücke von je 250 bis 400 kg Gewicht, sogenannte Schuhe, eingesetzt. Diese Vorrichtung, der sogenannte Läufer, dient als Reibvorrichtung und bewegt sich dicht über dem »Mahlboden« hin, der sich über dem eigentlichen Boden der Pfanne befindet. Er besteht gewöhnlich aus einzelnen Eisenstücken, die radiale Rinnen zwischen sich lassen. Durch den Deckel der Pfanne führt ein Rohr, durch welches Dampf in das Innere geleitet werden kann.

Eine jede solche Pfanne wird, je nach ihrer Grösse, mit 400 bis 2250 kg gepochten Erzes und so viel Wasser beschickt, dass die Be-

schickung einen gleichmässigen Brei darstellt. Die Pfanne wird so etwa bis zur Hälfte gefüllt, dann wird der Läufer so weit herabgelassen, dass sich Schuhe und Mahlboden berühren, und man lässt ihn nun mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 90 Umdrehungen in der Minute rotiren, während gleichzeitig durch die betreffende Oeffnung im Pfannendeckel Wasserdampf hinzuströmt. Durch diese Operation beabsichtigt man das gepochte Erz zunächst fein zu mahlen, eine Aufgabe, die gewöhnlich nach einer zweistündigen Rotationsdauer als gelöst angesehen werden kann. Jetzt erst folgt die Amalgamation. In die Pfanne wird Quecksilber gebracht und zwar etwa 10 % vom Gewichte des in ihr sich befindenden Erzes, und man lässt nunmehr den Läufer noch zwei bis drei Stunden umlaufen. Durch die Rotation des Läufers »wird das Quecksilber auf dem Boden der Pfanne zertheilt und in eine Bewegung gebracht, welche die einzelnen Theile desselben mit dem Erzbrei in Berührung bringt. Es bilden sich in Folge der Gestalt der Schuhe und der Oeffnungen im kegelförmigen Theil des Läufers Strömungen, welche den Erzbrei an den Seiten der Pfanne in die Höhe heben, während das Quecksilber sich am Boden bewegt. Der an den Seiten der Pfanne in die Höhe gestiegene Erzbrei sinkt in der Mitte derselben nieder, gelangt unter den Läufer, wo er mit dem Quecksilber in innige Berührung kommt und tritt dann zwischen den Schuhen und den radialen Rinnen des Mahlbodens hindurch an die Pfannenwand, wo er von neuem emporgehoben wird. Um ein zu starkes Emporsteigen des Erzbreis zu verhindern, sind in einer gewissen Höhe an den Seitenwänden der Pfanne Flügel angebracht.« (Schnabel).

Ich habe vorhin schon darauf hingewiesen (S. 244), dass die Amalgamation in den Pfannen nur dann eine ausreichend vollständige, d. h. auch auf das chemisch gebundene Silber sich erstreckende, ist, wenn sie in der Wärme, sowie bei Gegenwart von Eisen und geringen Mengen von Salzen sich vollzieht. Für die Erreichung der erforderlichen höheren Temperatur wird bei dem Verfahren durch den beständig in die Pfanne einströmenden Wasserdampf gesorgt. Die nöthige Eisenmenge fügt man der Amalgamationsmischung nicht besonders hinzu, sie gelangt vielmehr — und zwar in äusserst feiner Vertheilung — in dieselbe, indem sich die gusseisernen Theile der gesammten Apparatur allmählich abnützen und die von ihnen abgeriebenen Eisenpartikelchen sich dem Erzpulver beimischen. Diese Abnützung an Eisen beträgt auf 1 Tonne Erz im Pochwerk 1,5 bis 3 kg, in der Pfanne — in welcher sie sich sowohl

auf die Läufer-Schuhe als auch auf den Mahlboden und die Pfannenwände erstreckt — 3,5 bis 5 kg und sie wird binnen kurzer Zeit sehr augenfällig. Die Pochschuhe haben beispielsweise ursprünglich eine Höhe von 127 bis 152 mm; dieselbe geht jedoch innerhalb weniger Tage bis auf 25 mm zurück. Ist dieses Stadium der Abnützung eingetreten, so müssen sie durch neue ersetzt werden.

Als Salze, die man für das Zustandekommen der Amalgamation für wichtig hält, benützt man jetzt eine Mischung von Kupfervitriol und Kochsalz, die man in einer Menge von etwa 4,5 bis 9 kg pro Tonne meist den Erzen direct zusetzt, wenn man sie in die Pfanne bringt. Man sah, wie Richthofen mittheilt, in der ersten Zeit diesen Zusatz als die Hauptsache bei dem ganzen Pfannenverfahren an und mehrere Patente wurden auf die Zusammensetzung geeigneter Salzmischungen verliehen. Man hat damals thatsächlich alle möglichen Mischungen verwendet und ausser Kochsalz und Kupfervitriol beispielsweise auch Soda, Alaun, Kalisalpeter, Salmiak, Eisenvitriol, Oxalsäure und Katechu benützt.

Nachdem die Amalgamation beendigt ist, muss das gebildete Amalgam von den das Erz begleitenden fremden mineralischen Beimengungen getrennt werden. Zu diesem Zwecke wird der gesammte Inhalt der Pfannen in besondere Klärbottiche, sogenannte Settler gebracht. Es sind das grosse cylindrische Bottiche mit Gusseisenboden und Holzwänden, deren Boden von der Mitte aus nach der Peripherie geneigt ist. Dieselben sind ferner mit einem dem Läufer der Pfannen in mancher Beziehung nicht unähnlichen Rührwerk ausgestattet. Je ein Settler fasst den Inhalt zweier Pfannen.

Nachdem der Settler mit dem Pfanneninhalt beschickt worden ist, wird er bis nahe zum Rand mit Wasser gefüllt. Dann lässt man den Rührer mit einer Tourenzahl von 10 bis 15, höchstens mit 20 Umdrehungen in der Minute umlaufen. Durch die Bewegung des Rührwerks werden die leichteren Theile im Wasser suspendirt erhalten, während Amalgam, überschüssiges Quecksilber, unzersetzt gebliebene Schwefelmetalle und feine Eisentheile sich auf dem Boden absetzen. Nach durchschnittlich $3^1/_2$ stündiger Rührdauer wird der Settler entleert, indem man — unter fortgesetztem Umrühren und Wasserzulauf — die Flüssigkeit mit den suspendirten leichten Theilen durch Abflussöffnungen abzapft, die sich in der Seitenwand befinden.

Das Amalgam, welches bei diesem Verfahren auf dem Boden der Settler zurückblieb, wird nunmehr durch eine Filtration vom überschüssigen Quecksilber getrennt. Man bringt es deshalb in grosse Spitzbeutel aus Segeltuch, die — mit der Spitze nach unten — an einem eisernen Ring aufgehängt sind. Jeder derselben kann bis zu 600 kg Amalgam aufnehmen. Das Gewicht des Amalgams reicht hin, um den grössten Theil des Quecksilber-Ueberschusses durch die Poren des Segeltuches hindurchzudrücken, und es bleibt in den Beuteln schliesslich ein relativ quecksilberarmes Amalgam zurück, welches etwa 7 Theile Quecksilber auf 1 Theil goldhaltiges Silber enthält. Dasselbe wird in den nunmehr zu besprechenden Gusseisenretorten ausgeglüht.

Diese Retorten sind liegende Gusseisencylinder von 1,2 bis 1,5 m Länge, 0,3 bis 0,35 m Durchmesser und 44 mm Wandstärke. Sie sind horizontal in den Glühofen eingemauert und werden auf ihrer Vorderseite durch eine Gusseisenplatte verschlossen, während sich ihr Hinterende zu einem Eisenrohre von 63 mm Durchmesser verjüngt. Der Boden der Retorte wird im Innern mit Thonbrei überzogen, dann wird sie — je nach ihrer Grösse — mit 250 bis 1000 kg des filtrirten Amalgams beschickt und allmählich bis zur Kirschrothgluth angeheizt. Bei dieser Temperatur wird innerhalb 5 bis 10 Stunden alles Quecksilber bis auf 1—1,5 % aus dem Amalgam abgetrieben. Das Quecksilber entweicht dampfförmig durch das verjüngte Rohr am hinteren Ende der Retorte; an dieses schliesst sich ein anderes Rohr an, das ausserhalb des Ofens in einen mit Wasser gefüllten Kühlkasten führt, in welchem das Quecksilber condensirt wird.

Die Edelmetalle, die so aus ihrer Verbindung mit dem Quecksilber wieder befreit wurden, bleiben in Gestalt einer schwammigen Masse in der Retorte zurück. Dieser Rückstand stellt eine Mischung von Gold und Silber dar, deren Proportion von dem Verhältniss abhängig ist, in welchem die beiden Metalle in den verarbeiteten Erzen sich fanden. Die Mischung wird meistens durch Umschmelzen in Tiegeln, die in kleine Flammöfen eingestellt werden, einer nochmaligen Reinigung (»Raffination«) unterworfen und alsdann in Gusseisenformen zu Ziegeln gegossen. Im Uebrigen erfährt sie aber keine weitere Bearbeitung; insbesondere sieht man davon ab, sie bereits auf den Werken, in welchen sie gewonnen wurde und die in der Regel in nächster Nähe der Erzgruben liegen, in ihre beiden Componenten zu trennen. Man bringt vielmehr diese Mischung unter dem Namen »Bullion« direct

in den Handel. Die Scheidung des Bullion in reines Gold und reines Silber erfolgt erst in besonderen Werkstätten, sogenannten Scheideanstalten, die zum Theil mit den Münzstätten verbunden sind.

Die Edelmetallgewinnung nach dem Verfahren der Pfannenamalgamation ist, wie fast jedes technische Verfahren, mit Verlusten verknüpft, Verlusten, die sich sowohl auf die Ausbeute an Gold und Silber, als auch auf die Wiedergewinnung des verwendeten Quecksilbers beziehen. Der Quecksilberverlust beträgt nach Schnabel 0,5 bis 1,5 kg auf die Tonne Erz. Von der Grösse des Verlustes an Edelmetall kann man sich am besten ein Bild machen, wenn man einige Zahlen der amerikanischen Minenstatistik von 1880 einer näheren Betrachtung unterzieht.

Nach diesen Aufstellungen [1]) wurden im Staate Nevada in der Zeit vom 1. Juni 1879 bis 31. Mai 1880 346 331 Tonnen Erz verarbeitet. Dieselben enthielten insgesammt einen Probirgehalt, das heisst einen mit Hilfe der gewöhnlichen hüttenmännischen Methoden durch chemische Analyse festgestellten Gehalt von 8245,250 kg Gold und 337 303,1 kg Silber. Die wirkliche Ausbeute betrug jedoch nur 6434,813 kg Gold und 278797,9 kg Silber. Es wurden also von dem durch Probiren festgestellten, wirklich in den Erzen vorhandenen Gold nur 78,04 %, von dem Silber 82,65 % gewonnen. Alles Uebrige ist verloren gegangen, und dieser Verlust repräsentirte für das hier besprochene Erzquantum eines einzigen Staates in einem einzigen Jahre einen Werth von 15 451 000 Mark. Diese Verluste sind in der Hauptsache durch eine Unvollkommenheit des benützten Verfahrens bedingt. Auch bei dem Washoeprocess ist nämlich die Amalgamation immer noch eine unvollständige; es haben sich aber bisher keine Mittel auffinden lassen, sie zu einer vollständigeren zu gestalten, und so die Verluste einzuschränken. Nach Versuchen, die in den Vereinigten Staaten angestellt wurden, gelang es nicht, mehr als 81 % des in den Erzen enthaltenen Silbers in der Pfanne zu amalgamiren. Der übrige Edelmetallgehalt der Erze fliesst mit der trüben Flüssigkeit fort, die man aus den Settlers abzapft, und er ist folglich in den schlammigen Bodensätzen, den sogenannten Tailings enthalten, die sich aus diesen Trübeströmen absetzen. Um die Edelmetallverluste möglichst einzuschränken, ging man daher mehrfach dazu über, diese Tailings aufzuarbeiten. Es werden zunächst nach

---

1) Clarence King. Second annual report of the United States geological survey. 1880—81. Washington 1882, S. 346.

einer im Grossen betriebenen Art Waschverfahren die leichtesten Bestandtheile fortgeschwemmt, und die an den specifisch schweren Gemengtheilen (also an Edelmetallen) angereicherten Rückstände erneut nach dem Washoe-Process verarbeitet. Die oben mitgetheilten Ausbeuteziffern sind Total-Ausbeuten; in ihnen ist also dieser Gewinn aus den Tailings mit inbegriffen.

Die mitgetheilten Zahlen aus der Minenstatistik gewähren uns gleichzeitig ein ungefähres Bild von dem Durchschnitts-Gehalt der verarbeiteten Erze an Edelmetallen und ergänzen so die bereits früher (S. 242) gemachten Angaben über die Grenzwerthe. Nur muss dabei freilich in Betracht gezogen werden, dass diese Erze etwa nur zur Hälfte vom Comstock-Gang stammten, zur anderen Hälfte aber von anderen Gruben des Staates Nevada herrühren. Hiernach enthielt 1 Tonne Erz im Durchschnitt 23,81 g oder 0,0024 $^0/_0$ Gold und 973,93 g oder 0,0974 $^0/_0$ Silber. Wenn wir früher hörten, dass nach Brand der niedrigste Silbergehalt, bei dem eine Verarbeitung noch lohnt, 0,2 $^0/_0$ beträgt, und nunmehr sehen, dass der Durchschnittsgehalt erheblich unter diesem Minimum liegt, so müssen wir uns erinnern, dass die Verarbeitungswürdigkeit dieser Erze theilweise durch ihren Goldgehalt bedingt wird.

Das Bullionproduct des Comstockrevieres enthielt im grossen Durchschnitt 4 $^0/_0$ Gold und 96 $^0/_0$ Silber. Es erscheint auf den ersten Anblick sonderbar, dass ein Betrieb, der ein so goldarmes Product liefert, hier als wichtiger Repräsentant der Goldgewinnung beschrieben wurde. Man gewinnt aber sofort eine andere Ansicht, wenn man den Goldgehalt des Bullion nicht, wie eben geschehen, in Gewichtsprocenten, sondern statt dessen in Werthprocenten ausdrückt. So gemessen besteht das Comstock-Bullion zu 40 $^0/_0$ seines Werthes aus Gold und zu 60 $^0/_0$ aus Silber, und wie gross die Gesammtmenge Gold ist, die der Comstockgang auf den Weltmarkt geliefert hat, wurde ja schon früher erwähnt (S. 236).

Die Glanzzeit des Bergbaus und der Edelmetallgewinnung auf dem Comstockgang war die Mitte der siebenziger Jahre. Damals sind hier Jahr für Jahr für 100 bis 160 Millionen Mark Silber und Gold gewonnen worden. Nach del Mar[1]) stellte sich die Ausbeute vom Comstockgang von 1871 bis 1876 wie folgt:

[1]) A. Soetbeer. Edelmetallproduction und Werthverhältniss zwischen Gold und Silber. Petermanns Mittheilungen. Erg.-Heft **57**, S. 99, 1879.

	Gold		Silber		Gesammt-Bullion-Werth in Mk.
	Gewicht in kg	Werth in Mark	Gewicht in kg	Werth in Mark	
1871	5872,8	17329064	149870,0	26479994	43809058
1872	9088,5	26817646	159067,1	28105006	54922652
1873	15076.1	44588196	265483,5	46907326	91495522
1874	18119,0	53464256	285784,5	50262244	104726500
1875	16909,2	49894450	348597,7	61592479	111486929
1876	25929,9	76512339	494807,7	87425820	163938159

Bereits 1879 sank die Ausbeute wieder auf 13 213 913 Mk. Gold und 16 205 990 Mk. Silber[1], noch ärger war der Rückgang 1881 und 1882[2]. Dann folgt wohl wieder eine kleine Zunahme, namentlich in den Jahren 1891 und 1892. Specielle Zahlen für den Comstockgang liegen mir über diese Periode nicht vor. Wie gering die Ausbeute aber auch in diesen Jahren war, geht schon daraus hervor, dass die Bullionproduction des ganzen Staates Nevada 1891 28 Millionen Mark betrug. Seitdem kann von Bergbau und Goldgewinnung im Comstockrevier kaum mehr die Rede sein. Der Gang ist in seiner ganzen Längenerstreckung bis zu einer Tiefe von etwa 900 m abgebaut worden. Bergbau in grössere Teufen hinab wird durch hier vorliegende besondere Verhältnisse unmöglich gemacht, ja er war schon vor Erreichung dieses Niveaus wesentlich erschwert.

Die Schwierigkeiten wurden durch die Wasserführung und die Temperaturverhältnisse in den Tiefbauten geschaffen. Mit Erreichung der grösseren Tiefen stellte sich nicht nur sehr viel Wasser in den Werken ein, sondern obenein auch sehr warmes Wasser. Das Wasser, das in den unteren Teufen der Goldhill-Mine im Winter 1880/81 circulirte, war nach Becker 77° C. warm und die Lufttemperatur in den Werken näherte sich, je nach der Ventilation, mehr oder weniger derjenigen des Wassers. Dieser Zufluss warmer Quellen, die von unten in der Gangspalte empordringen, bedingt ganz aussergewöhnliche Wärmezustände, die wesentlich von denjenigen abweichen, die man anderwärts beobachtete. Während die geothermische Tiefenstufe, das heisst die Anzahl von Metern, welche man in die Tiefe gehen muss, um eine

---

[1]) Clarence King, a. a. O., S. 346.

[2]) Mineral resources of the United States, 1892, S. 76.

Temperaturzunahme von 1 ° C. zu erreichen, im Allgemeinen 31 m beträgt, geht sie im Comstock-Revier auf 16,8 m zurück, wie sich aus den Beobachtungen von Reade und Barus berechnet.

Man hat in unserem Erzrevier schon frühzeitig die Schwierigkeiten erkannt, welche das Wasser dem Bergbau bereitet und hat durch eine Anzahl von Stollen, das heisst von tunnelartigen Querschlägen durch das Gestein, das Wasser unterhalb der im Betrieb stehenden Teufen abzuleiten und so die Bergwerke gewissermaassen zu drainiren versucht. Der grösste dieser Stollen ist der Sutro-Tunnel, der eine Länge von 6,2 km erreicht.

Suchte man so das Wasser abzuleiten, so bemühte man sich auch gleichzeitig, der hohen Lufttemperatur durch entsprechende Ventilationseinrichtungen zn begegnen. Die Luft wurde durch die betreffenden Einrichtungen mit einer anderwärts völlig ungekannten Geschwindigkeit abgesaugt; dennoch waren Todesfälle in Folge der Hitze nichts ungewöhnliches (Becker).

Stollen und Ventilation erlaubten wohl den Bergbau bis in grössere Teufen fortzusetzen, als das sonst möglich gewesen wäre; schliesslich versagten aber auch sie ihre Hilfe und die Erzgewinnung musste aufgegeben werden. Eine Weile fanden die Amalgamationswerke noch verhältnissmässig kümmerliche Beschäftigung, indem man Nachlese in den verlassenen Gruben der früheren Jahre hielt und kleine Erzpartien förderte, die dereinst stehen geblieben waren, oder indem man die aufgesammelten Tailings verarbeitete. Heute spielt auch diese Production keine Rolle mehr. Wohl wird in Nevada noch Gold und Silber auf einigen anderen Werken gewonnen, die hier nicht besprochen werden sollen, aber die stolze Stellung die es als erster Edelmetallproducent der Union in den Glanzzeiten des Comstockrevieres einnahm, hat es längst verloren. 1876 trug Nevada zu der 334,5 Millionen Mark betragenden Edelmetallproduction der Vereinigten Staaten 59,8 % bei; 1895 betrug die Gesammtproduction an Silber und Gold 504,3 Mill. Mark, Nevada lieferte hierzu jedoch nur 2,3 %.

Die Sierra Nevada, die auf ihrer Ostseite den gewaltigen Erzgang barg, dessen Beschaffenheit und Geschichte soeben eingehend erörtert wurde, ist auch auf ihrem westlichen Abhang, der sich nach dem Staate Californien herabsenkt, reich an Gold. Die Gipfelzone des

Gebirges besteht aus granitischen Gesteinen. Steigt man nach Westen herab, so trifft man allenthalben auf steil aufgerichtete blaugraue Schieferschichten, welche der Gebirgsrichtung parallel, also von NNW. nach SSO., streichen und unter 70 bis 85° auf die Achse des Gebirges zu, also nach Osten, einfallen. Man hielt diese Schiefer auf Grund einiger spärlicher Versteinerungsfunde bei Mariposa anfänglich für jurassisch; neuere Untersuchungen haben die Bestimmung ihres geologischen Alters einerseits bis in das Palaeozoicum, andererseits bis in die untere Kreide verschoben. Gewissheit herrscht hierüber durchaus noch nicht.

An vulkanischen Erscheinungen hat es auf diesem Westflügel der Sierra Nevada ebenso wenig gefehlt, wie auf dem oben beschriebenen Theile des Ostflügels. Nur traten sie hier in anderer Weise auf. Die Ablagerungen, die sie hinterliessen, lassen sich zweckmässig in zwei Gruppen bringen, deren eine durch ein System von Diorit- und Diabasgängen repräsentirt wird, die in nicht geringer Anzahl die Schiefer durchsetzen und in ihrer Streichrichtung mit dem Streichen derselben übereinstimmen. Die zweite Gruppe vulkanischer Erscheinungen trat in jüngerer geologischer Vergangenheit in Form von basaltischen Lavaergüssen und Ablagerungen trachytischer und andesitischer Tuffe auf, die sich deckenförmig auf den glatt abgeschnittenen Schichtenköpfen der Schiefer und auf den angrenzenden Granitpartien über Hunderte von Quadratmeilen ausbreiteten und durch ihre ebene Oberfläche die Gleichmässigkeit des Westabfalles der Sierra Nevada bedingen.

In ihrer ganzen Längenerstreckung sind die Schiefer des Westhanges der Sierra Nevada durchsetzt von goldführenden Quarzgängen, die gleich den Diorit- und Diabasgängen in ihrem Streichen mit dem meridionalen Streichen des ganzen Gebirges, und der Schiefer im besonderen, übereinstimmen. Sie bilden eine schmale Zone in der Mitte des Westabfalls des Gebirges in einer Meereshöhe von 900 bis 1500 m. »Ihr Complex ist einer der ausgedehntesten und regelmässigsten Gangzüge der Welt. Einzelne Gänge treten innerhalb einer deutschen Meile des Hauptzuges auf, andere begleiten ihn, zu parallelen Gangzügen von geringerer Ausdehnung gruppirt, in grösserer Entfernung zu beiden Seiten. Die Zahl der Gänge ist oft in kleinem Raum ausserordentlich gross, dann wieder sind sie sparsamer und liegen weiter auseinander. Die durchschnittliche Mächtigkeit ist nicht mehr als 0,6 bis 0,9 m, obwohl sie häufig 2, 3 und 3,5 m beträgt und einzelne Gänge

stellenweise zu mehr als 6 m anschwellen. Die meisten Gänge sind in ihrem Streichen regelmässig und viele lassen sich auf Meilen verfolgen.« (von Richthofen.) Der wichtigste dieser Gangzüge, der Muttergang (Mother lode), ist bei einer zwischen 5 und 20 m wechselnden Mächtigkeit in einer Erstreckung von 120 km bekannt.

Wenn wir die gesammte Längenausdehnung des ganzen Gangsystemes ermessen wollen, so reichen 700 km noch nicht aus. So lang ist allein die Sierra Nevada, und diese bietet von dort, wo sie im Norden aus den vulkanischen Regionen von Mount Shasta und Lassens Peak sich herauslöst bis dahin, wo sie im Süden durch die Mojawe-Wüste abgeschnitten wird durchweg an ihrem Westabhang das eben gezeichnete Bild. Aber die geologischen Vertreter der goldführenden Schieferformation lassen sich im Norden noch weiter bis in das westliche Oregon hinein verfolgen und im Süden jenseits der Wüste in den Bergen Süd-Californiens und auf der Ostseite der Halbinsel Nieder-Californien nachweisen.

Die Ausfüllung der Gänge, die vermuthlich gleich derjenigen des Comstockganges auf eine Auslaugung des Nebengesteins durch Grundwasser zurückzuführen ist, besteht neben Quarz hauptsächlich aus gediegenem Gold und aus goldhaltigem Eisenkies. Die Vertheilung des Goldes in den Gängen ist ungleichmässig; die reichsten Gänge sind diejenigen, welche in der nächsten Nachbarschaft der Diorit- und Diabasgänge auftreten, sich an dieselben anschaaren oder dieselben durchkreuzen. Weiter hat sich gezeigt, dass im Allgemeinen der Reichthum an Gold mit der Tiefe abnimmt. Eine der wichtigsten Gruben, die berühmte Eureka-Mine, die in neunjährigem Betriebe Gold im Werthe von 17 630 000 Mark geliefert hatte, erreichte beispielsweise das Ende der goldführenden Zone in 200 m Tiefe und musste verlassen werden, da ein weiterer Abbau nichts mehr förderte.

Auf den Quarzgängen wurde in den Jahren 1852 bis 1856 ein sehr bedeutender Bergbau betrieben, der freilich in den folgenden Jahren erheblich zurückging und erst seit etwa 1864 wieder in etwas grösserem Umfange aufgenommen wurde. Die geförderten Erze wurden nass gepocht, danach durch einen Waschprocess an Gold relativ angereichert und schliesslich nach einer besonderen Abart des Amalgamationsverfahrens weiter verarbeitet. In den fünfziger Jahren mögen diese Werke eine jährliche Goldausbeute von ca. 60 Millionen Mark geliefert

haben; 1879 betrug die Goldgewinnung aus californischen Quarzgängen 35 359 112 Mark [1]).

So reich diese Lagerstätten auch sind, und so gross ihre Verbreitung ist, so standen sie in ihrem Ertrügniss doch weit zurück gegen eine zweite Gruppe von Goldfundstätten, die gleichfalls dem Staate Californien angehören und in dem Längsthal aufgefunden wurden, in welchem die Flüsse Sacramento und San Joaquin ihren Lauf nehmen. Ihre Entdeckung war es, die vor etwa 50 Jahren Californien in den Ruf eines modernen Eldorado brachte, und ihre Ausnützung überschwemmte damals mit einem Male die Welt mit einem früher kaum geahnten Vorrath von Gold. Um die geologische Entstehungsgeschichte dieser Lagerstätten völlig verständlich zu machen, muss ich zunächst ein Bild von den orographischen und hydrographischen Verhältnissen derjenigen Landestheile Californiens entwerfen, die nicht der Sierra Nevada angehören.

Die Sierra Nevada ist nicht das einzige Gebirge Californiens. Ihr parallel zieht sich in etwa 80 km Entfernung von der Küste längs derselben ein zweites, niedrigeres Gebirge hin, die Küstenkette (Coast Range), die in mehreren Gipfeln 1800 bis 2100 m Höhe erreicht. Küstenkette und Sierra Nevada schliessen zwischen sich ein grosses Längsthal ein, das bei etwa 660 km Länge eine durchschnittliche Breite von 80 km besitzt, also weit mehr als die doppelte Breite der Rheinebene auf der Strecke von Basel bis Mainz. In diesem grossem californischen Centralthal nehmen zwei Flüsse ihren Lauf: der eine, der Sacramento, von Norden her kommend, in der Gegend des Mt. Shasta entspringend, nach Süden in dem Centralthal herabfliessend, dann etwas nördlich vom 38. Parallelkreise nach Westen abbiegend, um an einem Durchbruch der Küstenkette sich in die Bai von San Francisco zu ergiessen. Der andere Fluss ist der San Joaquin. Er entspringt am Südende der Sierra Nevada, in der Gegend des Mt. Abbot, fliesst von da hinab in das Centralthal, wendet sich in diesem scharf nach Norden

[1]) Für diesen, sowie für den folgenden Theil dieses Abschnittes wurden benutzt: F. von Richthofen. Die Metallproduction Californiens und der angrenzenden Länder. Petermanns Mittheilungen. Erg.-Heft **14**, 1864. — E Suess. Die Zukunft des Goldes. Wien 1877. — G. vom Rath Ueber das Gold. Berlin 1879. — Derselbe Verhandl. der Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin **12**, 402 bis 418, 1885. — Mineral resources of the United States. Calendar year 1892, S. 60. — C. W. Hilgard Die Bodenverhältnisse Californiens. Zeitschr. der deutsch. geologischen Gesellschaft **45**, 15—22, 1893

und biegt schliesslich nahezu an derselben Stelle, wie der Sacramento nach Westen ab, um gleich diesem in dieselbe seeartige Ausbuchtung der San Francisco-Bai einzumünden.

Sacramento und San Joaquin empfangen von der Küstenkette her nur wenige wasserarme und zuweilen versiegende Zuflüsse, von Osten dagegen strömen ihnen in tief eingerissenen Felsschluchten (Cañons) zahllose Nebenflüsse zu, deren Quellen sämmtlich auf dem wasserreichen Westabhang der Sierra Nevada liegen.

Diese Nebenflüsse beladen sich in ihrem Oberlaufe mit den losen Gesteinsfragmenten, welche durch die Wirkung des Spaltenfrostes und der Verwitterung von dem anstehenden Gestein losgelöst wurden. Sie führen sie auf ihrem Laufe mit sich herab und rollen und schleifen sie durch die Bewegung aneinander ab. Diese Geröllmassen schieben sie auf dem Thalboden ihres eigenen Bettes her, reiben und reissen mit ihrer Hilfe auch von diesem mechanisch grössere oder geringere Gesteinsfragmente los, die sie gleich den übrigen vorwärts transportiren, indem sie so zugleich ihre Thalsohle immer tiefer und tiefer in den anstehenden Fels einschneiden. Dieser erodirenden Wirkung der Wasserläufe fiel alles zum Opfer, was ihnen im Wege lag; der Granit der Centralerhebung, wie die Schiefer des Westhanges und ebenso die in ihnen aufsetzenden goldführenden Quarzgänge: von ihnen allen wurden im Laufe der Jahrmilliarden grosse Mengen losgerissen, abgeschliffen und fortgeführt.

Sobald die Flüsse von dem Gebirgshang herab und in das Centralthal herunterkommen, verringert sich ihr Gefälle, ihr Lauf wird träger und ihre lebendige Kraft mithin geringer. Die Geröllmassen die sie in ihrem raschen Oberlauf mit Leichtigkeit forttrugen, können sie nunmehr nicht weiterschleppen; sie lassen einen Theil derselben zu Boden fallen und auf dem Grunde ihres Bettes liegen. Nach bekannten physikalischen Gesetzen müssen es nun einerseits die specifisch schwersten und andererseits die grössten Fragmente sein, die auf diese Weise zuerst zur Ablagerung kommen, während die leichteren und kleineren weiter geführt werden bis in den Sacramento und San Joaquin, die die allerleichtesten und feinsten Partikeln sogar mit hinausnehmen bis in den stillen Ocean.

Die Flüsse haben, wie wir sahen, mit dem losen Gesteinsmaterial, das sie vom Gebirge her mitbrachten, und in dem sich auch die losgerissenen Fragmente aus den quarzigen Goldgängen befanden, im grossen

Maassstabe dieselbe Arbeit verrichtet, die wir früher (S. 241) die ersten Goldgräber am Gold-Cañon mit ihrer Pfanne oder Wiege im Kleinen ausführen sahen. Das Leichte wurde fortgeschwemmt, und das Schwere, in welchem das Gold enthalten und angereichert war, zurückgelassen. Diese Arbeit ist nicht nur auf die geologische Gegenwart beschränkt. Bereits in früheren Epochen der Erdgeschichte, noch ehe jene Laven und vulkanischen Tuffe abgelagert wurden, die heute den Westabhang der Sierra Nevada bedecken, glich das Flusssystem dieses Gebirges in grossen Zügen dem heutigen. Schon damals wurden die Gesteine des Gebirges hinabgeschwemmt in das Centralthal und auf diese Weise goldhaltige Flussschotter auf den Schichtenköpfen des Schiefers abgelagert. Diese Sedimente prähistorischer Flüsse sind durch die später erfolgenden Ausbrüche der erwähnten Laven und Tuffe überdeckt worden, und die Flüsse der Gegenwart mussten aufs neue ihre Thäler in diese vulkanischen Decken einschneiden, mussten danach erst durch Wegschaffung der Gerölle der früheren Flüsse ihr Bett zu vertiefen suchen, um schliesslich auch ihrerseits den Schiefer zu erreichen, und in ihm ihre Erosionsarbeit fortzusetzen. Dort aber, wo die Flüsse der Gegenwart die vulkanischen Decken unberührt gelassen haben, dort sind auch die darunter liegenden Geröllablagerungen der Flüsse vergangener Zeiten wohl erhalten bis auf unsere Tage liegen geblieben.

So unterscheiden wir in dem grossen californischen Centralthal zwei Gruppen goldführender Schotter-Ablagerungen: solche in den Flussbetten der Gegenwart, die meist frei liegen und solche in verlassenen Flussbetten aus vergangener geologischer Zeit (»dead rivers«), die meist von vulkanischen Massen bedeckt sind. Hier wie dort befindet sich das Gold auf s e c u n d ä r e r Lagerstätte. Die p r i m ä r e Lagerstätte waren die Quarzgänge im Schiefer; von ihnen aus hat sie das fliessende Wasser an die secundäre gebracht. Man nennt solche secundäre Lagerstätten, in denen sich das Gold in Gestalt grösserer oder kleinerer Körner, sowie als feinster Staub in Geröll oder Kies vertheilt findet, S e i f e n; auf Englisch heissen sie P l a c e r s.

Ich will nicht verschweigen, dass die Ansicht nicht von allen Geologen getheilt wird, das Seifengold sei durch eine solche natürliche mechanische Aufbereitung des an anderer Stelle primär abgelagerten Goldes an den Ort gebracht worden, an dem wir es gegenwärtig finden. Vielfach ist vielmehr der Meinung Ausdruck verliehen worden, es sei auch hier aus wässerigen L ö s u n g e n, die es aus den Nachbargesteinen

herausgelöst und an seine jetzige Stelle gebracht hätten, auskrystallisirt oder in anderer Weise abgeschieden. Die Entstehung des Goldes in den Seifen wäre hiernach dieselbe wie auf den Gängen. Demgegenüber hat E. Cohen[1]) überzeugend nachgewiesen, dass die Gründe, welche man für eine alleinige oder vorherrschende chemische Entstehung des Seifengoldes durch Abscheidung aus Lösungen geltend machte, nicht derart sind, dass sie eine andere Erklärungsweise ausschliessen und dass ihnen höchstens eine Beweiskraft für locale Verhältnisse zuerkannt werden kann. Im Allgemeinen wird man daher die vorhin gegebene Darstellung der Bildung der californischen Goldseifen für richtig halten dürfen.

Ueber die Beschaffenheit der Goldseifen ist nach dem, was bisher über ihre Entstehungsweise gesagt wurde, nur noch wenig zu bemerken. Sie stellen eben Schottermassen dar, in denen meist Quarzgerölle vorherrschen, und die gewöhnlich von bläulicher Farbe sind. Ihre Mächtigkeit ist sehr wechselnd und stellenweise geradezu bedeutend, sie beträgt bis zu 200 m. Oft findet sich das Gold, namentlich in den Ablagerungen des älteren Flusssystemes, in den untersten Horizonten, welche dem Schiefer unmittelbar auflagern, in viel reicherem Maasse als in den oberen. Es tritt in Gestalt von Staub, Blättchen, Körnern und grösseren Stücken auf, deren Gewicht in allerdings sehr vereinzelten Fällen bis 70 kg erreichte. Wie eine Reihe eingehender Untersuchungen ergab, ist das Gold der californischen Seifen immer silberhaltig; im Grossen und Ganzen scheint 85 $^0/_0$ Gold und 15 $^0/_0$ Silber als Durchschnittszusammensetzung gelten zu können. Eine Zusammenstellung von Cl. King[2]) zeigt Schwankungen im Feingoldgehalt von 78,4 $^0/_0$ bis 97 $^0/_0$.

Die Entdeckung der ersten californischen Goldseifen erfolgte am 2. Februar 1848 am Sacramento auf der Besitzung des Schweizer Capitäns Sutter gelegentlich der Anlage eines neuen Wasserzuflusses zu einer Sägemühle. Goldgräber eilten sogleich von allen Seiten herbei und die Vereinigten Staaten von Nordamerika, die bis dahin nach Soetbeer so wenig an Edelmetall geliefert hatten, wie kaum ein anderer Ländercomplex gleicher Ausdehnung, nahmen seit dieser Ent-

---

1) E. Cohen. Ueber die Entstehung des Seifengoldes. Mittheilungen aus dem naturwissenschaftl. Verein f. Neu-Vorpommern und Rügen **19**, 52—70, 1887.

2) a. a. O. S. 379.

deckung in rascher Entwickelung eine der ersten Stellen ein. Bereits in dem ersten Jahre 1848 betrug die Goldausfuhr über San Francisco 42 Millionen Mark.

Die Gewinnung des Goldes auf diesen Lagerstätten erfolgte von Anfang an bis fast zur Gegenwart nahezu ausschliesslich durch Waschverfahren. Die Arbeit der Goldgräber führte im Wesentlichen nur die mechanische Aufbereitung zu Ende, welche die Natur begonnen hatte, als sie das Metall von seiner primären Lagerstätte in die Seifen herabführte. Die besondere Art aber, in welcher diese Processe angewendet wurden, steigerte sich im Laufe der Zeit von der primitivsten Ausführungsweise bis zu einer beachtenswerthen Stufe technischer Vollendung. Die ersten Goldgräber arbeiteten mit jenen einfachen Werkzeugen, der Pfanne und Wiege, die vorhin beschrieben wurden. Neben ihnen benützte man bald noch eine andere Vorrichtung, den »long Tom«, der in seinem Princip bereits mit den sogleich zu erwähnenden Schleussen übereinstimmt und als deren unvollkommener Vorläufer angesehen werden kann. Eine solche Arbeit war nur gewinnbringend, als Gold gewissermaassen auf der Strasse lag, als es galt die Alluvien der jetzigen Flüsse zu verarbeiteten, die leicht aufzufinden waren und nur geringe Mächtigkeit besassen, so dass der »pay dirt« (die zahlende Schicht) leicht erreicht war, und sie lohnte nur an solchen Fundstätten wo ein benachbarter Fluss das erforderliche Wasser bot.

Bald aber änderten sich die Zeiten. Man hatte tiefer nach dem Golde zu graben und das Wasser von weiter her zu der Arbeitsstätte in theuren Leitungen herbeizuführen. Nunmehr waren jene einfachen Methoden, die erheblichen Zeitaufwand bedingten, viel zu kostspielig um die Ausbeute zu lohnen. Nach Zahlen, die vom Rath mittheilt, stellten sich die Arbeitslöhne bei der Verwaschung eines Kubikmeters Sand[1]) mit der Pfanne zu 109 Mark, mit der Wiege zu 27,3 Mark, mit dem long Tom zu 5,4 Mark, mit den Schleussen jedoch, die nunmehr zur Einführung gelangten, nur zu 26 Pfennigen.

Diese Schleussen (sluices) sind geneigte hölzerne Rinnsale von 0,40—0,55 m Breite und wenigstens 0,22 m Tiefe, die eine Länge von mehreren Hundert Metern besitzen. Der goldführende Sand wird in den Kopf der Rinne eingeworfen und durch einen kräftigen Wasserstrom hinabgeschwemmt. Quer- und Längsleisten, die in geeigneter

---

1) Unter Voraussetzung eines Tagelohnes von 16,60 Mark.

17*

Weise in den Rinnen angebracht sind, zertheilen die Brocken, die mit dem Wasser herabkommen. Das Gold bleibt hierbei auf dem Boden der Schleusse zurück und wird dort aufgefangen. Gewöhnlich bringt man in jene Abtheilungen, in denen sich das Gold sammeln soll, Quecksilber und vereinigt so die Amalgamation mit dem Waschen. Man belegt hierzu den Boden der Schleussen mit einem Pflaster von parallelepipedischen Steinen oder Holzblöcken, fügt aber die einzelnen Plasterelemente nicht dicht zusammen, sondern lässt Rinnen zwischen denselben offen. In diese Rinnen bringt man das Quecksilber und in ihnen fängt man das Gold auf.

Zur Erhöhung der Wirksamkeit bringt man von Strecke zu Strecke sogenannte undercurrents an. Man ersetzt den festen Boden des Gerinnes durch einen Rost und lässt das Ende frei. Unter dem Rost ist ein zweites kurzes Gerinne angebracht, das in eine seitwärts stehende neue Schleusse überleitet. Die feinen Theile und das schwere Gold werden durch den Rost hindurchgespült und gelangen durch den darunter befindlichen undercurrent in die neue Schleusse, in der sie weiter verwaschen werden; die groben Theile jedoch gehen über die Oeffnungen des Rostes hinweg, verlassen die erste Schleusse durch deren freies Ende und werden so eliminirt.

Das undercurrent stellt aber nicht nur, wie bisher beschrieben, das Verbindungsstück zwischen der ersten und zweiten Schleusse her, sondern es ist gleichzeitig zu einer Vorrichtung umgestaltet, die zur Beschleunigung des Goldabsatzes dient. Es besitzt unterhalb des Rostes die Gestalt eines grossen flachen Holzkastens. Das Wasser, das durch den engen Querschnitt der Schleusse herabströmt, muss nunmehr den erheblich grösseren Querschnitt dieses Kastens durchfliessen und büsst so für diese Wegstrecke erheblich an Geschwindigkeit ein. Dadurch verliert es aber natürlich an Tragfähigkeit für die suspendirten Theile und lässt Gold zu Boden sinken, welches dort mit Quecksilber, das man zuvor hineingebracht hat, zusammentrifft und sich mit diesem amalgamirt.

Der grösste Theil des Goldes sammelt sich in den ersten Theilen des ganzen Systems an. Aus diesen wird deshalb das Amalgam auch ein bis zwei Mal monatlich entfernt; aus den unteren Theilen hebt man es dagegen nur in längeren Intervallen (6 Wochen bis $^1/_2$ Jahr) heraus. Das Amalgam wird gewaschen, durch Segeltuchbeutel filtrirt, mit Schwefelsäure ausgekocht und schliesslich ausgeglüht.[1])

[1]) C. Schnabel. Handbuch der Metallhüttenkunde **1**, 790 ff. 1894.

Den Verlust an Gold bei diesem Verfahren schätzt Stölzel[1]) zu 15 bis 20 %; der Quecksilberverlust beträgt nach Schnabel meist 10 bis 15 %, erreicht jedoch bis 37,5 % der angewandten Menge. Bei diesem grossen Quecksilberbedarf der californischen Goldindustrie ist es von Wichtigkeit, dass in Californien selbst sehr reiche Lager auch dieses Metalles sich finden und abgebaut werden

Die Vortheile, welche die Verwaschung der Goldsande in den Schleussen in Beziehung auf die Gestehungskosten bot, erwiesen sich schon wenige Jahre nach der Entdeckung des Goldes nicht mehr als ausreichend. Geröllmassen von 30 bis 70 m und mehr Mächtigkeit mussten nunmehr schon weggeräumt werden, wollte man abbauwürdige Lager finden. Dafür war die Handarbeit mit Hacke und Schaufel zu theuer und so liess man etwa seit 1852 auch diese Arbeit durch das Wasser besorgen. Zur hydraulischen Gewinnung des Goldes gesellte sich der hydraulische Abbau desselben. Man führte das Wasser in geeigneten Leitungen vom Gebirge her in relativ hoch gelegene Reservoirs und spritzte dasselbe unter dem Druck, den es von diesen her besass und der 76 bis 152 m Wassersäule entsprach, aus Schläuchen mit Zinnrohrmundstück aus einer Entfernung von 48 bis 60 m gegen die Schotterwände. Die Gewalt der Wassermassen brachte die letzteren zum Einsturz und schwemmte sie direct hinab in die Schleussen.

Nur zuweilen tritt an Stelle des hydraulischen Baues der gewöhnliche Bergbau. Dort wo die Schotter fest verkittet oder von den vulkanischen Ablagerungen derart bedeckt sind, dass man mit dem Wasser schlecht heran kann, trieb man meist einen Stollen vor und baute von diesem aus ab. Man konnte die Kosten des Stollenbaues leicht dadurch aufwiegen, dass man nur entlang der »zahlenden Schicht« am Boden des Flussbettes blieb und nichts von den darüber liegenden Sedimenten wegzunehmen brauchte (von Richthofen).

Je mehr die californische Goldgewinnung den zuletzt geschilderten Charakter annahm, um so weniger war sie geeignet, von dem einzelnen Manne ausgeübt zu werden. Die Zeiten des »Digger«, der mittellos herkam und zu Schätzen gelangte, waren bald vorüber und der Betrieb einer Goldwäsche bedurfte unter den geschilderten Verhältnissen ebenso gut eines Anlagecapitals, wie irgend ein anderer, und der Vereinigung Mehrerer mit ihren Mitteln und Kräften zu gemeinsamer Arbeit. Wer nicht zuvor Wasserleitungen anlegen und Schleussen bauen konnte, wer

[1]) C. Stölzel. Die Metallurgie. Braunschweig 1863—1886, S. 1359.

nicht wochenlang zu warten vermochte, bis die zahlende Schicht erreicht war, der konnte nicht Goldgräber werden. Nur der anspruchslose Chinese vermochte in seiner fast vollständigen Bedürfnisslosigkeit noch lange auch als primitiver Digger seine Rechnung zu finden und als solcher die von dem einheimischen Goldgräber bereits verlassenen Fundstätten erfolgreich zu verwaschen.

Die Hauptbedingung für das Zustandekommen der Goldgewinnung in der beschriebenen Art ist der Wasserreichthum der Sierra Nevada. Ohne diesen wäre all das nicht möglich gewesen. 1868 betrug der Wasserbedarf eines einzigen Looses in Californien 30 600 cbm täglich. Eine Wassermenge, wie sie der Rhein durchschnittlich bei Bonn führt, würde ausreichen etwa 5700 solcher Loose zu versorgen. 1876 waren 8270 km Wasserleitungen erbaut: eine Strecke, die etwa der Entfernung von Paris bis Bombay gleicht. Mehr als 60 Millionen Mark waren auf die Erbauung derselben verwendet.

Um relativ geringe Mengen Gold zu gewinnen mussten ungeheuer grosse Massen Schotter durch die Schleussen gespült werden. Am Ende derselben sammelten sich die Tailings, die Aufbereitungsrückstände dieses Verfahrens, alsdann an oder sie geriethen mit den abfliessenden Wässern in die Flussläufe. Der Sacramento und seine Nebenflüsse wie auch der San Joaquin sind von rothem Schlamme getrübt; in den Strömen entstehen Sandbänke, ja sogar der Golf von San Francisco droht zu versanden. Weit bedenklicher aber sind die Ablagerungen der Tailings in den Thalböden, die in förmliche Schutthalden durch sie verwandelt werden. Die oberen Thalgründe des Sacramento sind beispielsweise bis 5 m hoch von diesen Schlammmassen bedeckt. Das sind Verhältnisse, die den sehr grossen landwirthschaftlichen Interessen Californiens auf die Dauer ausserordentlich gefährlich zu werden drohten und welche nach langen Erwägungen in letzter Zeit dahin führten, die hydraulische Goldgewinnung in Californien völlig zu verbieten.

Die Gewinnung des Goldes geschieht daher dort seit einigen Jahren vorzugsweise nach einem Amalgamationsverfahren, das in seinen Hauptzügen Aehnlichkeit mit demjenigen hat, das auf den Pochwerken am Witwatersrand angewendet wird und das ich bei der Besprechung derselben beschreibe. Aber längst vor Erlass dieser einschneidenden Maassregel war die Production erheblich zurückgegangen. Die Glanzzeit Californiens waren die Jahre 1850 bis 1859, in welchen dort jährlich im Durchschnitt für 233 Millionen Mark Gold gewonnen wurde; den

Höhepunkt bedeutet 1853 mit 273 Millionen Mark. Davon entstammten vielleicht drei Viertel den Seifen und ein Viertel den früher erwähnten Gängen. Bis 1870 sank die Ausbeute allmählich bis auf 90 bis 100 Millionen Mark und bis 1880 weiter auf 75 000 000 Mark, wovon bereits mehr als die Hälfte den Gängen entstammte. Von da ab bis zur Gegenwart hat Californien alljährlich für 50 bis 65 Millionen Mk. Gold geliefert und producirte 1895 22459,518 kg Feingewicht im Werthe von 62,7 Millionen Mark. Auch mit dieser Production steht es immer noch an der Spitze der Goldstaaten der nordamerikanischen Union.

Trotz des Rückganges der Goldproduction in Californien und des fast völligen Versiegens der Comstock-Werke ist die Gesammtproduction der Vereinigten Staaten von Nordamerika in den letzten 25 Jahren ihrem absoluten Werthe nach ziemlich constant geblieben. An Stelle der erschöpften Minen wurden in Folge der zunehmenden Besiedelung des Landes neue nicht unwichtige Lagerstätten erschlossen. Unter denjenigen Staaten, die im letzten Jahrzehnt in dieser Beziehung zu früher ungeahnter Bedeutung sich emporgeschwungen haben, ist vor allem Colorado zu nennen.

Colorado nahm unter den Edelmetall producirenden Staaten bis zum Jahre 1878 nur einen bescheidenen Rang ein. In jenem Jahre wurden die reichen Silberlagerstätten von Leadville auf der Ostseite der Sawatch-Kette entdeckt und 1888 schloss sich hieran die Entdeckung weiterer reicher Silberfunde auf der Westseite derselben Kette, im Minendistrict von Aspen. Durch die Ausbeute beider Fundstätten rückte Colorado zum ersten Silberproducenten der Union auf, so dass wir es 1895 in der Edelmetallstatistik mit einer Silberproduction im Münzwerthe von 128 573 600 Mk. auffinden. Die Gesammt-Silberproduction der Vereinigten Staaten erreichte in jenem Jahre einen Münzwerth von 306 217 000 Mk., so dass also Colorado 42 % derselben geliefert hatte. In einem ähnlichen Verhältniss nimmt es bereits seit dem Anfang der achtziger Jahre an der Silberförderung Theil. Der Leadville-District hatte seit seiner Erschliessung bis zum Anfang des Jahres 1893 für 570 000 000 Mk., der Aspen-District bis zum gleichen Zeitpunct für 190 000 000 Mk. Silber geliefert.

Eine ähnliche Bedeutung wie für den Silbermarkt hat Colorado in den letzten Jahren auch für den Goldmarkt der Union gewonnen. Gold

wurde schon seit 1859 oder 1860 dort gefunden. Die Ausbeute erreichte jahrelang keinen höheren Werth als durchschnittlich 12- bis 18 000 000 Mk. jährlich und sie lässt erst nach dem Jahre 1890 einen bemerkenswerthen Zuwachs erkennen. Die folgende Tabelle enthält darüber einige nähere Angaben:

Goldproduction des Staates Colorado.

	Fein-Gewicht kg	Werth Mk.
1890	6243,5	17 637 500
1891	6920,5	19 550 000
1892	7973,6	22 525 000
1893	11324,1	31 989 750
1894	15972,1	45 119 968
1895	20017,0	56 546 675

Die Goldproduction Colorados ist also in der Gegenwart fast ebenso gross, wie diejenige von Californien. Einen sehr bemerkenswerthen Antheil an diesem Aufschwung verdankt man der Entdeckung von Lagerstätten in dem Cripple-Creek-District. Nach Schätzung der Münze zu Denver ist aus diesem Minenbezirk von 1891 bis 1894 für 23 561 860 Mk. Gold ausgebracht worden, also rund 20 % der Gesammtproduction des ganzen Staates.

Der Minen-District von Cripple-Creek [1]) liegt im westlichen Theil der Grafschaft El Paso. Etwa 10 bis 20 km südwestlich vom Pikes Peak, einem 4312 m hohen Gipfel eines der östlichsten Ausläufer des Felsengebirges, erheben sich zwischen dem Beaver Creek und dem Oil Creek (zwei Nebenflüssen des Arkansas) eine Reihe rundlicher Hügel von 2700 bis 3300 m Höhe. Ihrem geologischen Aufbau nach präsentiren sie sich als ein Complex der verschiedenartigsten Eruptivgesteine, die allseitig von einem Kranze von Granit umgeben sind. Der letztere stellt das Grundgestein der ganzen Gegend dar; wir finden ihn beispielsweise auch in der Pikes Peak-Kette wieder, und der Durchbruch der vulkanischen Massen durch dieses Grundgestein erfolgte in der Zeit vom Schluss der Kreideperiode bis in das Tertiär hinein. Die ganzen Ver-

---

[1]) Whitman Cross und R. A. F. Penrose jr. Geology and mining industry of the Cripple Creek district, Colorado. Sixteenth annual report of the United States geological survey. Part II, S. 11—209. Washington 1895.

hältnisse im Cripple Creek-District, der innerhalb dieses Hügellandes liegt, lassen keine andere Deutung zu, als dass man es hier mit den Ueberresten eines echten Kraters zu thun hat. Hauptsächlich wird er von klastischem Material aufgebaut, das nichts anderes ist, als der Rest von Schlacken- und Aschen-Eruptionen, und das als Tuff oder Breccie bezeichnet wird. Dazwischen kommen massige Gesteine vor. Sie sind die Vertreter der Lavaergüsse und sind theilweise durch die nachfolgenden Ausbrüche in ihrer Gestalt und ursprünglichen Lage verändert, theilweise — soweit sie aus diesen späteren Ausbrüchen selbst herrühren — als Injectionen zwischen das ältere Gesteinsmaterial eingekeilt. Das erste in der Reihe dieser Massengesteine ist Andesit; ihm folgte eine Reihe von Ausbrüchen von Phonolit, dem wesentlichsten Gesteine der Gegend. Zwischen diesen erfolgte der Auswurf der Tuffe und Breccien. Als letzte Producte der Eruption findet man Nephelinbasalt und Plagioklasbasalt in schmalen Gängen.

Diese Gänge durchsetzen alle anderen Gesteinsarten des Districtes und streichen ohne Unterschied vom Granit zur Breccie und umgekehrt. Sie sind die letzten Anzeichen eruptiver Thätigkeit und ihr Auftreten beweist, dass nach dem Ausbruch der vorhergehenden Gesteine eine Periode der Spaltenbildung eingetreten war, denn sie sind als Injectionen in Spalten zu deuten. Die Spaltenbildung dauerte auch über die Zeit fort, in welcher die Gangbasalte zur Eruption kamen, und die in relativ jüngster Zeit entstandenen Spalten sind es, die zum Theil nachträglich eine solche Ausfüllung erfuhren, dass sie sich heute als Goldgänge präsentiren.

Penrose bezeichnet es als einen bemerkenswerthen Zug des ganzen Districts, dass die Erzgänge oft den Eruptivgängen sich anschaaren, entweder in ihrem ganzen Verlauf oder, was der häufigere Fall ist, für kürzere Strecken. Wo immer ein Erzgang einen Eruptivgang trifft, ist es sehr wahrscheinlich, dass er in seiner Richtung abgelenkt wird, um dem letzteren zu folgen. Die Ausfüllung der Erzgänge besteht aus demselben Mineralienmateriale, wie ihr Nebengestein, zu dem sich dann mehr oder weniger Quarz, purpurfarbener Flussspath, Opal und Kaolin sowie in geringerer Menge Eisenkies und einige andere Mineralien gesellen. Gold findet sich in diesem Gangmittel sowohl als freies Gold, sowie in einer Verbindung mit Tellur, welche mit dem Namen Calaverit belegt wird, und vielleicht auch als goldhaltiger Eisenkies. Die in Rede stehenden Gänge unterscheiden sich im allgemeinen von anderen

Goldgängen dadurch, dass in ihnen der Quarz eine relativ nicht sehr bedeutende Rolle spielt, und sie weisen speciell gegen die bisher in dieser Arbeit beschriebenen in so fern einen Unterschied auf, als das Gold hier in der Hauptsache in der erwähnten Verbindung mit Tellur auftritt. Das freie Gold ist an dieser Fundstätte grösstentheils erst nachträglich durch Oxydation des Tellurgoldes in Freiheit gesetzt worden.

Dort, wo die Gänge zu Tage ausstreichen, ja stellenweise selbst bis zu Teufen von 60 und 100 m hinab sind sie in ihrem Aussehen wesentlich verändert, indem der Sauerstoff der Luft und die eindringenden atmosphärischen Niederschläge eine Oxydation des Eisenkieses zu Rotheisenstein und Brauneisenstein veranlassten. Man bezeichnet diese Veränderungen, die man fast bei allen Erzlagerstätten beobachten kann, als die Bildung eines »eisernen Hutes«.

Neben den Goldgängen finden sich am Cripple Creek auch Goldseifen; doch ist ihre Bedeutung für den District eine geringere. Der Werth der geförderten Erze schwankte 1894/95 pro Tonne zwischen 50 bis 125 Mk. einerseits und 1250 bis 1700 Mk. andererseits und mag im Durchschnitt 200 bis 350 Mk. betragen haben. Mit dem Gold zusammen findet sich auch hier Silber, in der Regel jedoch nur in kleinen Mengen.

Die Gewinnung des Goldes aus diesen Erzen[1]) geschieht nach dem Verfahren der Chloration. Dasselbe beruht darauf, alles Gold in Form seiner Verbindung mit Chlor in wässrige Lösung überzuführen und es aus dieser durch geeignete Zusätze als reines Metall wieder auszufällen. Die Tendenz des Verfahrens ist in ihrem ersten Theile mit derjenigen verwandt, die vorhin bei der chlorirenden Röstung angegeben wurde, aber die Mittel zur Herstellung des Goldchlorides sind wesentlich andere, die nunmehr kurz beschrieben werden sollen.

Am Cripple Creek werden die geförderten Erze zunächst in Stetefeldt'schen Oefen getrocknet. Es sind das Schachtöfen, in welchen das Erz auf schrägen Gusseisenplatten, deren Neigung 38^0 beträgt. allmählich durch den Ofenschacht herabrutscht, während ihm die heissen Feuergase einer Rostfeuerung entgegengeführt werden, so dass es unten getrocknet ankommt. Das Erz wird dann zwischen harten Stahlrollen zerkleinert und darauf in geeigneten Oefen geröstet. Bei dem Röstprocess werden in Folge der Einwirkung der hohen Temperatur und der Luft, welche in Folge der Ofenconstruction dem Röstgut in reich-

---

[1]) J. Dawson Hawkins. Chemiker-Zeitung **20**, 362. 1896.

lichem Maasse zugeführt wird, alle unedlen Metalle aus ihren anderen Verbindungsformen in Oxyde übergeführt und nur Gold und etwa vorhandenes Silber bleibt im freien metallischen Zustande. Würden die Cripple Creek-Erze nur Freigold enthalten, so könnte die Röstung fortbleiben; so aber muss durch sie das Gold erst aus seiner Verbindung mit Tellur in Freiheit gesetzt werden.

Die abgerösteten Erze werden in Stahlfässer gebracht, die innen mit Blei ausgeschlagen sind, damit sie von dem sogleich zu erwähnenden Chlor nicht so stark angegriffen werden. Sie sind ca. 2,7 m lang und besitzen 1,5 m Durchmesser. In jedes Fass bringt man 5 Tonnen Erz: zuvor hat man dasselbe jedoch schon mit 2500 l Wasser und 75 kg concentrirter Schwefelsäure beschickt. Schliesslich bedeckt man die Oberfläche des Erzes mit Chlorkalk, verschliesst das Fass und lässt es 3 Stunden mit 3 bis 4 Umdrehungen in der Minute rotiren. Es entwickelt sich hierbei aus dem Chlorkalk und der verdünnten Schwefelsäure Chlor, und dieses führt alles Gold in Form von Goldchlorid in die wässrige Lösung über Diese wird schliesslich unter Druck über Filter abfiltrirt, die in den Fässern selbst angebracht sind und deren filtrirende Schicht aus Sand oder Asbest besteht. Nun bleibt nur noch die Ausfällung des Goldes aus dieser Lösung vorzunehmen. Sie erfolgt mit denselben Mitteln, deren man sich auch im chemischen Laboratorium in kleinem Maassstabe zu demselben Zwecke zu bedienen pflegt; man setzt entweder Eisenvitriollösung oder Holzkohle zu oder man leitet Schwefelwasserstoff ein. Im letzteren Falle muss man zuvor das überschüssige Chlor durch Einleiten von schwefliger Säure unschädlich machen. Bei dem ersten Fällungsverfahren erhält man das Gold als reines Metall, bei dem zweiten bekommt man es als goldhaltige Holzkohle, die alsdann noch im Muffelofen verbrannt werden muss. Das dritte Verfahren liefert das gesuchte Metall in Gestalt von Schwefelgold, das noch einer Röstung bedarf, um in reines Gold übergeführt zu werden. Diese letzte Methode soll die besten Resultate geben.

Chlorationsverfahren, wie das vorstehend beschriebene, sind an vielen anderen Stätten der Goldgewinnung, namentlich auch in Californien, in Gebrauch. Die Methode, die in ihrer ursprünglichen Form von dem berühmten Freiberger Hüttenchemiker Plattner herrührt, erfuhr natürlich, je nach den localen Verhältnissen, mannigfaltige Modificationen. Nicht nur, dass — wie schon erwähnt — in manchen Fällen die Röstung fortbleiben kann, es sind auch Abänderungen möglich und gebräuchlich in Beziehung

auf die Apparatur. Man verwendet insbesondere statt der rotirenden Fässer auch feststehende Gefässe, die bei kleinen Betrieben aus Steinzeug, bei grossen aus Holzbottichen bestehen, welch letztere mit Theer überzogen sind. Ferner kann man die Entwickelung des Chlors, statt sie wie am Cripple Creek in den Gefässen selbst vorzunehmen, auch ausserhalb derselben von sich gehen lassen, und das Gas dann erst in dieselben einleiten.

Man ist gegenwärtig bestrebt, diese Verfahren hier und da durch andere zu ersetzen, bei welchen man sich an Stelle von Chlor des mit ihm nahe verwandten Broms bedient. Ein solcher Bromation-Process ist beispielsweise auf der Nellie Bly Gold Mining & Reduction Co. in Magnolia, Colorado, in Betrieb [1]). Mit Hilfe desselben verarbeitet man dort Erze, die pro Tonne Gold im Werthe von 34 bis 84 Mark in Form von Tellurverbindungen enthalten. Die Vorbereitung dieser Erze geschieht ebenso, wie bei der Chloration; an Stelle der letzteren selbst erfolgt aber dann in den Fässern eine Behandlung mit einer Auflösung von Brom in Wasser. Das Gold wird hierbei in Form von Goldbromid in die wässerige Lösung übergeführt; es soll das rascher und sicherer gelingen, als die entsprechende Umwandlung in Goldchlorid bei den Chlorationsverfahren. Das Brom ist jedoch ein sehr kostspieliges Material und seine Verwendung ist trotz dieses Vortheils nur dann lohnend, wenn man es immer wieder zurückgewinnt. Um das zu ermöglichen, wird die Goldbromidlösung in geeigneten Apparaten mit Chlorkalk und Schwefelsäure zusammengebracht. Es entwickelt sich alsdann aus diesen zugesetzten Reagentien Chlor, und dieses setzt sich mit dem Goldbromid um zu Goldchlorid und freiem Brom, welch' letzteres abdestillirt und condensirt wird, und wieder verwendet werden kann. Der Verlust an Brom soll immer noch 0,25 kg pro Tonne Erz betragen. Aus der zurückbleibenden Lösung, welche nunmehr Goldchlorid enthält, wird das Gold in der gleichen Weise ausgefällt, wie bei dem Chlorationsverfahren.

Das neueste Goldland ist das Grenzgebiet zwischen Britisch Nordamerika und Alaska. Dort ist in dem sogenannten Klondyke-

[1]) Parker C. Mc. Jlhiney. The Cassel-Hinman Gold and Bromine Process. Journal of the American chemical society **18**, 451—456, 1896. — Vergl. auch H. Pauli, Zeitschrift f. angew. Chemie 1897, S. 185. — E. Andreoli, daselbst 1898, S. 663.

Districte[1]) seit 1897 ein wahres Goldfieber ausgebrochen. Die Fundstätten liegen in dem Landwinkel, der von dem Yukonfluss und seinem bei Dawson einmündenden Nebenfluss, dem Klondyke-River abgegrenzt wird. Das anstehende Gestein besteht im wesentlichen aus Thonschiefer, in welchem sich linsenförmige Quarzeinlagerungen finden. Diese Quarzlager enthalten Gold, meist jedoch in zu geringer Menge, als dass ihr Abbau unter den schwierigen Verhältnissen, welche dort herrschen, lohnend wäre. Dagegen sind Seifen, die mit ihnen natürlich in genetischem Zusammenhange stehen, stellenweise reich und bauwürdig, namentlich an den Stellen, wo die Sande auf den anstehenden Quarzlinsen auflagern. Da der Boden das ganze Jahr gefroren ist, so muss er erst durch erhitzte Steine aufgethaut werden, ehe man das goldführende Material gewinnen kann. Im Winter fehlt es natürlich unter diesen Umständen vollständig an Wasser, so dass das Verwaschen der geförderten Gesteine und Schottermassen auf die Zeit zweier Sommermonate beschränkt bleibt. Diese Schwierigkeiten und dazu die ungeheure Theuerung der nothwendigsten Lebensmittel, über die man in der Tagespresse las, lohnt die Arbeit nur bei einem Ausbringen von 30 g pro Tag. Ein Ausbringen von 60 bis 90 g gilt aber schon als aussergewöhnlich.

Gold wird im Klondyke-Bezirk bereits seit 1889 gewonnen; die Ausbeute betrug von da bis einschliesslich 1896 nicht ganz 7 Millionen Mark; 1897 ist für 9,5 Millionen Mark Gold gegraben worden.

Fast gleichzeitig mit der Entdeckung des Goldes in Californien begann die geregelte Gewinnung desselben im grössten Umfange auch in Australien[2]). Die ersten Lagerstätten wurden bereits 1841 von einem Geistlichen Namens W. B. Clarke entdeckt; die Goldgräberei im Grossen wurde jedoch erst 1851 aufgenommen. Seitdem haben namentlich die Colonien Victoria, Queensland und Neu-Süd-Wales und daneben — wenn auch in wesentlich geringerem Maasse — Süd-Australien, Tasmanien und Neu-Seeland und ganz neuerdings auch West-Australien ununterbrochen reiche Goldausbeuten geliefert. Der Höhepunkt der australischen Production fällt in die Jahre 1856 bis 1860, in welchen

---

[1]) Chemiker-Zeitung **22**, Repertorium S. 76 u. 164, 1898.

[2]) E. Suess. Die Zukunft des Goldes. — G. vom Rath. Ueber das Gold. — A. Soetbeer. Edelmetallproduction, S. 100.

nach Soetbeer durchschnittlich für circa 242 Millionen Mark in jedem Jahre gewonnen wurde. Zur Zeit beträgt die jährliche Ausbeute in Australien etwa 170 bis 175 Millionen Mark.

Ich will hier keine eingehende Schilderung des Vorkommens und der Gewinnung des Goldes in Australien geben, weil principiell Neues dem bei der Besprechung anderer Fundorte erwähnten kaum hinzuzufügen wäre. Ich begnüge mich daher, zu bemerken, dass sich Gold dort sowohl auf primärer Lagerstätte in Quarzgängen, als auch auf secundärer in Seifen findet, welche mit den ersteren genetisch zusammenhängen. Die Gänge setzen meist in Schiefergestein auf und sind ausserordentlich zahlreich. 1876 waren in Victoria allein 3307 bekannt. Gold findet sich in ihnen sowohl in gediegenem Zustande, als auch in Gestalt goldhaltigen Eisenkieses. In den obersten Niveaus der Gänge trat ganz wie am Cripple-Creek in sehr erheblichem Maasse die Bildung des »eisernen Hutes« ein und die Gangausfüllung besteht nunmehr aus Quarz und aus dem meist zu Brauneisenstein zersetzten Eisenkies, zwischen welchen sich das Gold in Gestalt von grossen Klumpen, oder von kleinen, wohlausgebildeten Krystallen oder auch von kleinsten Schüppchen findet. Der Abbau der Gänge reicht in der Regel nur bis in jene Regionen, bis zu welchen diese Zersetzung vorgeschritten ist; tiefer hinab wird er unterlassen, weil sowohl die bergmännische Gewinnung des Erzes, als auch die hüttenmännische Ausbringung des Goldes aus denselben sehr complicirt und darum sehr kostspielig würde. Aus den geförderten Erzen wurden in Victoria 1876 im Durchschnitt 16,42 g Gold pro Tonne gewonnen.

Die australischen Goldseifen gehören — gleich den californischen — ihrer Entstehung nach nicht nur der geologischen Gegenwart an, sondern ihr Alter reicht bis in die Tertiärzeit zurück. »Die pliocänen Alluvionen erscheinen theils als Hügel, einzeln oder gereiht, zu Plateaus verbunden, theils als Ausfüllung alter Flussläufe, als sogenannte Deep leads. Dort ist es die Aufgabe der Goldgräber, das alte Stromgerinne tief unten auf dem Felsenboden nach Durchgrabung mächtiger Geröllschichten aufzufinden und zu verfolgen, denn in dem ehemaligen Wasserlauf, welcher zuweilen eine entgegengesetzte Richtung verfolgte, wie die hoch auf den Alluvionsmassen strömenden heutigen Gewässer, findet sich der grösste Goldreichthum« (vom Rath). Die Bildung der Goldseifen geht in Australien vermuthlich noch weiter zurück, als bis zur Tertiärzeit, denn man findet bereits in den dortigen Conglomeraten aus der Stein-

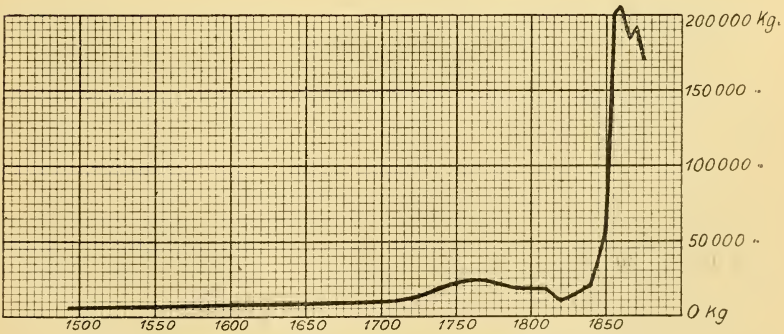
kohlenperiode reiche Mengen von Gold und darf vielleicht auch sie als Producte der Abtragung und mechanischen Aufbereitung der Quarzgänge durch fliessendes Wasser ansehen.

Für die australischen Goldseifen ist das Vorkommen grosser Goldklumpen, sogenannter Nuggets, charakteristisch. Natürlich kommen sie nur sehr vereinzelt vor, jede Auffindung eines neuen bildet aber eine mächtige Anregung für das Zuströmen von Goldgräbern in die betreffende Gegend. Den grössten Nugget, der je gegraben wurde, fand man 1858 am Bakery-Hill bei Ballarat in Nord-Victoria; er wog 68,26 kg und wurde für 186 500 Mark verkauft. Mehrere andere Nuggets erreichten Gewichte bis zu 50 kg.

Die Goldgewinnung wurde in Australien zuerst auf den recenten, später auf den älteren Alluvionen betrieben und erst zuletzt auf den Gängen in Angriff genommen. Im Jahre 1856, als die Goldgewinnung in Victoria ihren Höhepunkt erreicht hatte, zählte man dort nach Soetbeer 115 343 Goldgräber, darunter 18 109 Chinesen. Zwei Jahre später stieg bei schon abnehmendem Ertrage die Zahl der Goldgräber noch höher, nämlich auf 147 358, worunter 33 673 Chinesen. Der durchschnittliche Antheil des einzelnen Arbeiters an der Goldgewinnung schwankt je nach dem Jahre zwischen 2000 und 2800 Mark.

Die gleichzeitige Inangriffnahme der Bearbeitung so ausgiebiger Goldlagerstätten, wie diejenigen Californiens und Australiens, zu der

Fig. 2.



Darstellung der gesammten Goldproduction nach Gewicht von 1493–1875.
Nach A. Soetbeer.

sich — neben der seit 1843 merklich erhöhten Ausbeute in Russland — alsbald nach Ablauf der ersten und glänzendsten Jahre die Ausbeutung

des Comstockganges gesellte, übte auf die Gesammt-Goldproduction der Erde eine ausserordentliche Wirkung. Fig. 2 giebt davon eine Vorstellung. Sie ist eine wesentlich verkleinerte Reproduction einer graphischen Darstellung der Goldproduction von 1493 bis 1875, die von Soetbeer in seiner berühmten Arbeit über Edelmetall-Production mitgetheilt wurde. Ist der Maassstab hier auch so klein gewählt, dass Einzelheiten nicht mehr abgelesen werden können, so gewährt die Figur in ihrer Gesammtheit doch einen sehr deutlichen Ueberblick über die Veränderung, welche durch die Erschliessung der erwähnten Lagerstätten geschaffen wurde. 1 mm Abstand bedeutet in der Horizontalen einen abgelaufenen Zeitraum von 5 Jahren, in der Verticalen eine producirte Goldmenge von 5000 kg. Man ersieht leicht, wie von der Entdeckung Amerikas bis nahe zur Mitte unseres Jahrhunderts heran, die alljährlich auf der ganzen Erde producirte Goldmenge nur zwischen 5800 kg und etwa 20 000 kg geschwankt hatte, mit Ausnahme einer deutlich merkbaren Steigerung auf etwa 25 000 kg, die in die Mitte des vorigen Jahrhunderts fällt und auf die damals ihren Höhepunkt erreichende Ausbeute aus den Goldfeldern von Brasilien zurückzuführen ist. Vor allem aber zeigt die Figur in deutlichster Weise den rapiden Sprung, den die Production etwa um 1850 von diesen relativ geringen Mengen fast unvermittelt bis zu mehr als 200 000 kg macht; eine Menge, welcher ein Werth von 558 000 000 Mark entspricht.

Fig. 3.



Jährliche Gesammt-Goldproduction von 1856—1896. 1 mm = 10 Millionen Mark.

Auf dieser stolzen Höhe vermochte sich die Production zunächst noch nicht lange zu halten. Es ist das ohne Schwierigkeit aus Figur 3

ersichtlich, in welcher ich die Angaben einer am Schlusse dieser Arbeit abgedruckten Tabelle graphisch dargestellt habe. Man erkennt leicht, dass die Production von 1856 bis 1883 im allgemeinen gefallen und von 563 Millionen Mark im ersteren Jahre auf 407 im letzteren gesunken ist, und ersieht, wie sie seitdem sich wieder eines regelmässigen Steigens erfreut, so dass sie 1896 den hohen Betrag von 882 Millionen Mark erreichte. Die Steigerung war namentlich seit 1890 eine sehr rapide. Diese letzte Etappe in der Entwickelung der Goldproduction ist auf die Entdeckung einer neuen Lagerstätte zurückzuführen, auf die Erschliessung der Goldfelder am Witwatersrand in Transvaal.

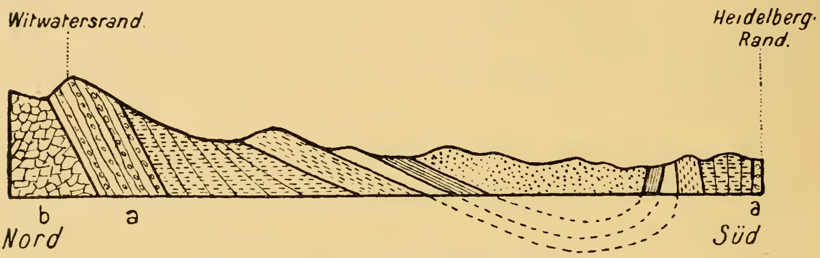
Der topographische Charakter Südafrikas [1]) ist ziemlich einförmig. Er wird bedingt durch das Vorwalten einer durchschnittlich 1330 m Höhe erreichenden Hochebene, der Karroo, welche fast den ganzen Raum von der Südspitze bis zum 26° südl. Breite einnimmt, meist nur durch einen schmalen Küstensaum von der Meeresküste getrennt ist und von einer Anzahl der Südafrika eigenthümlichen Tafelberge und Spitzköpfe überragt wird. Die Karroo greift auch über den ost-westlich gerichteten Lauf des Vaal-Flusses hinweg auf den südlichen Theil der heutigen Transvaal-Republik über. Sie führt hier den Namen des Hooge-Velds und wird im Norden durch einen bis zu ca. 1800 m ansteigenden Höhezug abgegrenzt, den Witwatersrand, der unter dem 26. Parallelkreise, im Mittel etwa 90 km nördlich vom Vaal-Flusse, in nach Süden ausgebauchtem flachen Bogen in äquatorialer Richtung dahinstreicht (Schmeisser). Dieses Gebirge und seine nächste Umgegend bergen die reichen Fundstätten des südafrikanischen Goldes.

Die Gesteinschichten des Witwatersrands lehnen sich an die Gebilde der südafrikanischen Primärformation an, welche ihrerseits den Boden im Norden des Gebirges im District Pretoria aufbauen. (Vergl.

[1]) Für die folgende Schilderung der geologischen Verhältnisse wurden benutzt: A. Schenck. Die geologische Entwickelung Südafrikas. Petermanns Mittheilungen **34**, 225, 1888. — Derselbe. Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellschaft **41**, 573, 1889. — Walcot Gibson. On the gold bearing rocks of the southern Transvaal. Quarterly journ. of the geolog. society **48**, 404, 1892. — Schmeisser. Ueber Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der südafrikanischen Republik. Berlin 1894. — D. Draper. Geological section Pretoria to Vaal river. Sixth annual report. Witwatersrand chamber of mines S. 192, 1895. — G. A. F. Molengraaf. Neues Jahrb. f. Mineralogie Beil.-Bd. **9**, 1894/95.

Figur 4). Die Primärformation setzt sich hier im wesentlichen aus zwei verschiedenen Gesteinscomplexen zusammen. In ihren älteren, mehr nördlich gelegenen Regionen besteht sie aus Granit, in ihren jüngeren, dem Rand — Rand ist die ortsübliche Abkürzung des Namens Witwatersrand — näher liegenden Partien wird sie aus einem System eisen-

Fig. 4.



Idealprofil vom Witwatersrand zum Heidelbergrand.
a Witwatersrandschichten. b Granit.

schüssiger Thonschiefer zusammengesetzt, die mit Sandsteinen und Quarziten wechsellagern und, bei west-östlichem Streichen, auf dem Granit aufliegen und steil aufgerichtet sind. Sie fallen meist unter 60—90° nach Süden ein. Grünsteinartige Eruptivgesteine sind häufig zwischen sie eingelagert oder setzen gangartig zwischen sie hindurch. Dieser Complex von Schiefern wird von Schenck als Swasischichten, von Molengraaf als alte Schieferformation bezeichnet; das Alter desselben ist vermuthlich silurisch.

Schreitet man von dieser Schieferzone nach Süden fort, so gelangt man zunächst an eine Folge gleich näher zu beschreibender Schichten, welche den Schiefern discordant aufgelagert sind, jedoch gleichfalls nach Süden einfallen. Sie setzen den eigentlichen Rand zusammen und erhielten die Bezeichnung Witwatersrandschichten. Ihnen folgen immer weiter nach Süden zu eine Reihe verschiedenartiger Sedimentärgesteine, eines immer das andere discordant überlagernd, stets südlich einfallend, aber je weiter entfernt vom Rand, um so flacher. Auch zwischen sie sind Grünsteine eingelagert oder sie werden gangartig von denselben durchsetzt. Auf eine nähere Beschreibung dieses jüngeren Schichtensystems will ich hier verzichten; sie setzen sich aus Sandsteinen, Schiefern, blauschwarzen Dolomiten und den erwähnten Grünsteinen zusammen und werden meist unter der Bezeichnung Kap-Formation mit

den Witwatersrandschichten zu einer grossen Gruppe zusammengefasst. Die Gliederung derselben im Einzelnen wird von den verschiedenen Autoren in verschiedener Weise vorgenommen und soll hier übergangen werden.

Je weiter man auf den Köpfen des beschriebenen Schichtensystems vom Rand nach Süden fortschreitet, um so mehr verflacht sich das südliche Fallen der Schichten, bis es schliesslich in eine horizontale Lagerung übergeht. Wandert man von dieser Stelle aus weiter nach Süden auf den nördlich von Heidelberg sich erhebenden, langgestreckten, von West nach Ost streichenden Gebirgszug, den Heidelberg-Rand zu, so beobachtet man, dass die horizontale Lagerung allmählich wieder in eine geneigte übergeht, dass das Fallen der jetzt folgenden Schichten jedoch nach Norden gerichtet ist. Man überschreitet auf diesem weiteren Weg die ganze Reihe der bisher überschrittenen Schichten noch einmal, jedoch diesmal in umgekehrter Folge, und erreicht schliesslich am Heidelbergrand selbst wiederum die Witwatersrandschichten, die hier steil nach Norden einfallen. Die vorstehende Schilderung und vielleicht besser noch das Profil, Figur 4, lassen erkennen, dass das ganze System der Kap-Formation eine flache Mulde bildet, deren Ränder im Norden und Süden vom Witwatersrand und Heidelberg-Rand gebildet und aus Witwatersrandschichten zusammengesetzt werden. Die Mittellinie dieser etwa 80 km breiten Mulde streicht von Ost nach West, sie biegt alsdann im Westen des Transvaalstaates ziemlich unvermittelt nach Süden um. Auf diese Verhältnisse will ich hier nicht weiter eingehen.

Von den soeben geschilderten Formationen des südlichen Transvaal sind zwei goldführend: die alte Schieferformation und die Witwatersrandschichten. Die erstere ist fast überall, wo sie auftritt, von goldführenden Quarzgängen durchsetzt, die in ihrem Streichen demjenigen der Schiefer folgen. Ihre Ausfüllung besteht aus Quarz von wasserheller, milchweisser oder grauer, seltener auch bläulicher, gelblicher, röthlicher, grünlicher oder schwarzer Farbe, zu dem sich gediegen Gold, Eisenkies und geringe Mengen von Kupfererzen hinzugesellen. Die Mächtigkeit der bauwürdigen Gänge schwankt zwischen 20 und 70 cm; das Gold ist in denselben local angereichert. An solchen Stellen beträgt der Goldgehalt mit wenigen Ausnahmen 40—70 g pro Tonne, an den dazwischenliegenden meist nicht mehr als 20 g.

Die alte Schieferformation findet sich direct im Norden des Witwatersrands nur in spärlicher Entwickelung, ist dagegen in ihrer Fortsetzung nach Osten in viel erheblicherem Maasse entwickelt. Dieser östlichen Fortsetzung, welche als De Kaap-Goldfeld bekannt ist, gehören die berühmtesten Lagerstätten des eben besprochenen Typus an. Hier liegt die berühmte Sheba-Mine, deren Gold 1885 entdeckt wurde und das erste Goldfieber in Transvaal hervorrief. Nach Schmeisser konnte man dort in der ersten Betriebszeit einmal 500 Tonnen Erz verarbeiten, die auf jede Tonne 250 g Gold lieferten. Im grossen Durchschnitt ist der Goldgehalt natürlich erheblich niedriger. Er soll nach Schmeisser 46 g pro Tonne betragen; nach Angaben des sechsten Berichtes der Chamber of Mines in Johannesburg [1]) wurde im ganzen De Kaap-Districte 1894 eine Ausbeute von 18,9 g Gold pro Tonne verarbeitetes Erz erzielt. Ich stelle im Folgenden noch die Goldausbeute des De Kaap-Feldes seit seiner Erschliessung zusammen, dieselbe repräsentirt von 1885 bis 1896 einen Werth von zusammen 41 Millionen Mark.

1885 und 1886 . . .	537,07 kg.
1887 . . .	802,91 «
1888 . . .	1520,51 «
1889 . . .	1088,56 «
1890 . . .	737,38 «
1891 . . .	1909,07 «
1892 . . .	1963,19 «
1893 . . .	2099,17 «
1894 . . .	2879,15 «
1895 . . .	1960,73 «
1896 . . .	3775,23 «

Neben dem De Kaap-Goldfeld sind noch mehrere andere im südlichen Transvaal zu nennen, die in geologischer Beziehung mit demselben übereinstimmen, also Gold auf Quarzgängen der alten Schieferformation führen. Die Ausbeute ist bei allen erheblich geringer, als

[1]) Die Berichte dieser Kammer sind im Folgenden noch vielfach benutzt, namentlich für statistische Angaben. Ich verdanke die Einsicht in dieselben Herrn Dr. L. Liebmann in Frankfurt a. M., dem ich für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er mir dieselben zugänglich machte, auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

bei dem erwähnten; als das nächst wichtige wäre noch dasjenige von Klein-Letaba zu nennen.

Wesentlich überragt wird die Bedeutung dieser Funde durch die Goldvorkommnisse in den Witwatersrandschichten, namentlich durch diejenigen auf dem Rand selbst. Ihre Entdeckung erfolgte im Jahre 1884 durch einen Deutschen Namens Struben und ihre Ausbeutung machte so rapide Fortschritte und lieferte so ausserordentliche Ergebnisse, dass die Goldproduction Transvaals seitdem diejenige aller anderen Staaten mit Ausnahme der nordamerikanischen Union überholt hat und in absehbarer Zeit wohl auch diese überflügeln wird [1]).

Die Witwatersrandschichten des Nordflügels der Mulde bestehen aus einem Complex röthlicher, quarzitischer Sandsteine, zwischen welche Conglomeratschichten flötzartig eingelagert sind. Das Schichtensystem streicht in einer Erstreckung von 80 km von Ost nach West zu Tage aus und fällt in seinen liegenden Gliedern unter 85 ^{0} nach Süden ein, in den unteren Teufen näher zur Muldenmitte folgt dann Verflachung. Nach den bisherigen Aufschlüssen dürften die Witwatersrandschichten im Muldentiefsten bis zu 6 bis 7 km Tiefe unter die Erdoberfläche untertauchen; bis zu 240 m Teufe waren sie 1896 bergmännisch aufgeschlossen, bis zu 750 m Teufe durch Bohrlöcher in unveränderter Zusammensetzung nachgewiesen. Das goldführende Mittel sind die Conglomeratflötze. Man nennt dieselben dort Reefs. Innerhalb des ganzen Schichtencomplexes sind 73 Flötze bekannt, die sich zu 8 Flötzgruppen vereinigen lassen, deren wichtigste und meist genannte die Hauptflötzgruppe (Main Reef Series) ist. Die Mächtigkeit der Flötze wechselt zwischen vollständiger Verdrückung und mehreren Metern Weite und erreicht im Maximum 30 m. Sie wächst natürlich besonders da, wo nach Auskeilung eines Zwischenmittels mehrere Flötze zu einem einzigen sich zusammenschliessen (Schmeisser). Berechnet man die durchschnittliche Gesammt-Mächtigkeit aller aufgeschlossenen Flötze zusammengenommen in ihrer Erstreckung über die ganze auf-

---

[1]) Von weiterer Litteratur über Transvaal, die neben der früher citirten für das Folgende benutzt wurde, führe ich noch an: Friedr. Jeppe. Die Witwatersrand-Goldfelder in Transvaal. Petermanns Mittheilungen 34. 257, 1888. — C. Goepner. Ueber den jetzigen Stand der Goldgewinnung in Transvaal. Zeitschrift f. angew. Chemie 1896, S. 248. — G. Bodlaender. Die Chemie des Cyanidverfahrens Daselbst 1896, S. 583. — F. B. Ahrens. Die Goldindustrie der südafrikanischen Republik. Stuttgart 1897.

geschlossene Lagerstätte, so findet man nach Perkins 1,67 m; Schmeisser nimmt sie zu 1,5 m an.

Die Conglomerate bestehen aus hellen, weissen Quarzkieseln von der Grösse eines Stecknadelkopfes bis zu der eines Hühnereies, stellenweise bis zu der eines Kindskopfes und von der Gestalt echter, durch Wasserbewegung abgerollter Geschiebe. Meist sind die einzelnen Kiesel hasel- bis wallnussgross. Sie werden durch ein im frischen Zustande graublaues oder grünliches, kieseliges Bindemittel mit einander verkittet. Gold findet sich als Freigold in diesem Gestein und zwar ausschliesslich im Bindemittel, niemals im Geröllquarz. Es ist meist innig mit Eisenkies vergesellschaftet, und zwar derartig, dass es nie in denselben eingeschlossen ist, wohl aber derart, dass es selbst den Eisenkies umschliesst. Die zu Tage ausstreichenden Horizonte der Conglomerate sind der Bildung des »eisernen Hutes« anheim gefallen; an Stelle des Eisenkieses sind Hohlräume getreten, die zum Theil mit Eisenoxydhydrat ausgekleidet sind und in denen das Gold liegt [1]). In grösseren Teufen ist der Eisenkies noch unzersetzt erhalten und die Erze aus denselben, die sogenannten »pyritischen Erze«, gewähren etwas grössere Schwierigkeiten beim Ausbringen des Goldes, als die aus den oberen zersetzten Schichten.

Als bekannt wurde, dass das Gold des Witwatersrands sich in Conglomeraten findet, war man sehr rasch mit der Theorie bei der Hand, dass diese Ablagerungen, die wohl zweifellos verkittete Schotter früherer geologischer Perioden darstellen, alte Goldseifen seien. Ihre Bildung sollte auf die Abtragung und Aufbereitung von Quarzgängen der südafrikanischen Primärformation zurückzuführen sein, wie sie heute noch vorkommen und soeben beschrieben wurden. Nähere, namentlich mikroskopische Untersuchungen der betreffenden Gesteine bestätigten diese vorgefasste Meinung aber nicht, ergaben vielmehr Anhaltspunkte dafür, dass das gediegene Gold der Conglomerate nicht aufbereitetes Gold (Schwemmgold) darstellt, sondern an Ort und Stelle gebildet wurde, also auf primärer Lagerstätte sich findet.

Die Conglomerate werden am Witwatersrand bergmännisch abgebaut; eine andere Gewinnungsweise derselben wäre ihrer ganzen Beschaffenheit nach unmöglich. Aus diesem Grunde, dann aber auch, weil die Erze verhältnissmässig arm sind, bot der Rand von Anfang an dem

[1]) Vergl. Schmeisser a. a. O — E. Cohen. Mittheilungen aus dem naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen **19**, 34, 1888.

einfachen Goldgräber kein Terrain, sondern nur dem Unternehmer, der über ein gewisses Anfangskapital verfügen konnte. Bergbau und Goldgewinnung liegen auf dem Rand fast ausschliesslich in den Händen von Actiengesellschaften, die allerdings Actien von äusserst geringem Nominalwerth ausgeben, meist solche zu 1 Pfund Sterling. Manche dieser Gesellschaften prosperiren ausserordentlich; so vertheilte die Ferreira-Mining Co. von 1892 bis 1896 zusammen 780 % Dividende. Andere Gesellschaften bringen ihren Actionären dagegen auch namhafte Verluste. Die Gesammtmenge des in der Transvaal-Goldindustrie investirten Kapitals stieg von Anfang 1895 bis Ende 1895 von 786,8 Millionen auf 1156,3 Millionen Mark. 1895 wurden 40,4 Millionen Mark Dividende vertheilt, was einer durchschnittlichen Verzinsung von nur 3,5 bis 5,1 % entspricht.

Am Witwatersrand sind etwa 60 bis 70 Bergwerke im Betrieb. Die Förderung geschieht meist durch flache, dem Einfallen der Schichten folgende Schächte, seltener durch verticale (»saigere«) Schächte. 1896 wurden etwas über 4 Millionen Tonnen Erze gefördert und daraus für 157 Millionen Mark Gold gewonnen. Ueber die Anzahl der beschäftigten Arbeiter liessen sich in jenem Jahre bei 81 Gesellschaften Nachrichten erheben. Dieselben beschäftigten 7430 Weisse mit einem durchschnittlichen Jahreslohn von 5800 Mk., und 47 097 Eingeborene mit einem Durchschnittswochenlohn von 15,20 Mk. und freier Verpflegung. Von den aufgezählten Eingeborenen waren 32 950 innerhalb der Bergwerke, die übrigen über Tage beschäftigt. Einschliesslich der nicht in der Statistik mitbegriffenen Gesellschaften wird die Zahl der in der Goldindustrie beschäftigten Eingeborenen 1896 auf 70 000 geschätzt.

In demselben Jahre betrug der Gesammteffect aller auf dem Rand aufgestellten Dampfmaschinen 113 663 Pferdekräfte; 1101 Dampfkessel mit 75 227 qm Heizfläche waren vorhanden, davon 802 im Betrieb, und es wurden 692 176 Tonnen Kesselkohle [1]) verbraucht. Die verwendeten Schmiermittel bewerthen sich zu 1,4 Millionen Mark. Die Sprengarbeit in den Bergwerken bedurfte für 2 Millionen Mark Dynamit, für 8,8 Millionen Mark Sprenggelatine und für 450 000 Mark Gelignit, Roburit und andere Sprengstoffe. Die Beleuchtung der Bergwerke erfolgt vorwiegend mit Stearinkerzen; es wurden davon für 1,5 Millionen Mark

---

[1]) Nur beiläufig sei erwähnt, dass der Bedarf der Goldindustrie Transvaals jetzt fast vollständig durch einheimische Kohlen gedeckt wird, ein Umstand, welcher die Entwickelung der ganzen Verhältnisse dort ausserordentlich förderte.

verbraucht. Daneben waren 23319 elektrische Lampen mit einer Gesammtlichtstärke von 585778 Kerzen vorhanden.

Die Erze der reichsten Minen des Witwatersrands (Robinson, Ferreira, Crown-Reef, Wemmer) enthalten durchschnittlich 45—60 g Gold pro Tonne. Eine grössere Anzahl von notorisch guten und rentablen Minen verarbeiten Erze von 15—25 g Gold pro Tonne [1]); ein Gehalt von 11,7 g gilt als die untere Grenze der Bauwürdigkeit [2]).

Die geförderten Erze werden auf Steinbrechern vorgebrochen und dann zunächst nach einem Verfahren weiter verarbeitet, welches das Feinpochen mit der Amalgamation vereinigt. Zu diesem Verfahren der »Pochwerksamalgamation« benutzt man californische Pochwerke, wie ich sie früher beschrieben habe (S. 244); nur werden in den Pochtrog in einem unter der Eintragöffnung des Erzes ausgesparten Raum zwei auf einer Seite mit Quecksilber bestrichene Kupferplatten derart eingeschraubt, dass die Quecksilberflächen bei 1 cm Abstand einander zugewendet sind. Man verwendete früher Pochstempel im Gewicht von 295—340 kg, seitdem man mit dem Bergbau das Gebiet der pyritischen Erze erreicht hat, machte sich die Einführung schwererer Stempel nöthig und man benutzt namentlich seit 1893 solche mit 453 kg Schlaggewicht.

Mit Hilfe der in den Pochtrog eingeschraubten, quecksilberbestrichenen Kupferplatten und mit Hilfe von Quecksilber, welches in Mengen von 30 g stündlich in den Pochtrog eingegossen wird, findet schon innerhalb desselben eine theilweise Amalgamation des im Erze enthaltenen Freigoldes statt. Ein Theil des so gebildeten Amalgams bleibt auf den Kupferplatten hängen, der grösste Theil fliesst jedoch mit der Pochtrübe durch das Sieb der Austragöffnung des Pochtroges ab. Um seiner habhaft zu werden, lässt man die Trübe über sogenannte Amalgamirtische fliessen, die im wesentlichen aus einer geneigten, mit Quecksilber bestrichenen Kupferplatte bestehen, deren Breite derjenigen des Pochwerkes gleicht und deren Länge 2,5—3 m beträgt. Geschwindigkeit des Trübestroms und Neigung des Tisches sind so ausprobirt, dass alles Amalgam auf der Platte des letzteren, der sogen. Amalgamationsschürze, haften bleibt. Es wird von dieser, sowie von den Platten des Pochtroges abgekratzt, gemahlen, durch weiteren Quecksilberzusatz verflüssigt, filtrirt und schliesslich ausgeglüht. Der

1) J. Loewy. Chemiker-Zeitung **21**, 196, 1897.
2) Chemiker-Zeitung **21**, Repert. S. 87, 1897.

Quecksilberverlust beläuft sich bei oxydirten Erzen auf 15 g pro Tonne, bei pyritischen auf 25—30 g. Das gewonnene Gold wird umgeschmolzen; sein Feingehalt beträgt zwischen 800 und 830 Tausendtheilen. Es ist mit Silber, Kupfer und dergl. verunreinigt.

Die Amalgamation des in den Erzen vorhandenen Goldes ist nach diesem Verfahren eine unvollständige; namentlich entziehen sich diejenigen Goldtheilchen, welche auf verhältnissmässig grosse Flächen von Eisenkies aufgelagert sind, der Amalgamation. So lange man oxydische Erze des eisernen Hutes verarbeitete, brachte man mittelst des Amalgamationsverfahrens bis zu 80 % des darin enthaltenen Goldes aus. Anders wurde die Sachlage jedoch, als man die tieferen, pyritischen Lagen in Angriff nehmen musste, von deren Goldgehalt nur 55—60 % gewonnen wurden (Goepner).

Aus diesen Verhältnissen ergab sich für die Goldwerke des Witwatersrands die Nothwendigkeit, die von den Amalgamationstischen abfliessende Pochtrübe noch weiter zu verarbeiten, um nach Möglichkeit auch den darin verbliebenen namhaften Rest des Goldes auszubringen. Es geschieht das, indem man sie zunächst durch einen mechanischen Aufbereitungsprocess relativ an Gold anreichert und den so erhaltenen goldreicheren Rückstand, die »Concentrates«, weiter verarbeitet. Zur Gewinnung der Concentrates führt man die Pochtrübe meist über sogenannte Frue vanners. Dieselben bestehen aus einem Gummituch ohne Ende, das über die etwas geneigte Längsfläche des Apparates hinweg in der Richtung nach dem Amalgamirtisch zu ansteigend, alsdann am Ende des Apparates abwärts bewegt und an der unteren Seite desselben zum unteren Ende geleitet wird, um daselbst wieder nach vorn aufzusteigen. Der Apparat erhält durch Excenterbewegung bis zu 200 seitliche Stösse in der Minute. Die über den Frue vanner fliessende Pochtrübe lässt auf dem sich ihr entgegen bewegenden Gummituch ihre schwersten Antheile als Concentrates zurück. Dieselben werden durch das ansteigende Tuch nach oben fortgeführt, während die feinen und leichten Theilchen mit der Pochtrübe nach unten zu abfliessen. Man lässt die letztere in Schlammteichen absitzen. Von der weiteren Verarbeitung der im ersten Schlammteich sich absetzenden relativ schwereren Theile, der Tailings, wird sogleich die Rede sein. Die leichtesten Partikeln kommen erst in einem zweiten Behälter zum Absatz; man nennt sie Slimes.

Die Concentrates enthalten einen namhaften Antheil Gold in

Form goldhaltigen Eisenkieses. Ihre Verarbeitung erfolgt mit Hilfe eines Chloration-Verfahrens. Natürlich muss auch in diesem Falle, in welchem das Gold mit relativ grossen Mengen Eisenkies, also Schwefeleisen, verwachsen ist, der eigentlichen Behandlung mit Chlor eine sehr gründliche Röstung vorangehen, Das Ausbringen des Goldes aus den Concentrates erfolgt in der Regel nicht auf den Minen selbst, sondern wird von besonderen Werken, sogenannten Customsworks, vorgenommen, welche das Rohmaterial aufkaufen. Die grössten dieser Werke sind diejenigen der Robinson Company und der Randt Central Ore Reduction Co.

Die Tailings enthalten im Durchschnitt noch 7,5 bis 10 g Gold pro Tonne, welches sich auf dem bisher beschriebenen Wege den Erzen nicht entziehen liess. Berücksichtigt man, dass auf die Tonne Pocherze $^2/_3$ Tonnen solcher Tailings erhalten werden, so erkennt man, dass die Verarbeitung der letzteren als eine sehr lohnende Aufgabe erscheinen musste. Ihre Durchführung gelang zum ersten Male im März 1891. Seitdem ist die Goldausbeute aus Tailings in immer steigendem Maasse bis zu bemerkenswerther Höhe angewachsen und man hat sich nicht nur begnügt, die im laufenden Betriebe abfallenden Tailings zu verarbeiten, sondern hat auch die Aufarbeitung der in früheren Betriebsjahren aufgesammelten in grösstem Umfange aufgenommen. Das sogen. Tailinggold erscheint aus diesem Grunde in der Minenstatistik der letzten Jahre in einem viel grösseren Verhältniss, als es der Ausbeute aus den im laufenden Jahre geförderten Erze entspricht.

Das in Gebrauch genommene Verfahren der Tailingverarbeitung war ursprünglich Mac Arthur und den Gebrüdern Forrest patentirt und ist als Mac Arthur-Forrest-Process bekannt. Es wurde von der African Gold Recovery Co. gegen eine Licenzgebühr von 10 % des danach gewonnenen Goldes den Werken überlassen. Ende 1894 wurde jedoch in Transvaal, und am 2. Februar 1895 auch durch Reichsgerichtentscheidung in Deutschland, das Patent für ungiltig erklärt und die Benutzung des Verfahrens steht nunmehr frei.

Der Process beruht auf einer 12—18stündigen Behandlung der Tailings mit sehr verdünnter, alkalischer Cyankaliumlösung. Unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft geht hierbei das Gold als Kaliumgoldcyanür in Lösung und kann aus derselben alsdann durch Zusatz von metallischem Zink wieder ausgefällt werden. Seit Einführung des Verfahrens erreichte der Cyankaliumbedarf Transvaals eine sehr ge-

waltige Ausdehnung; 1896 sind 892153 kg im Werthe von 2561000 Mark gebraucht worden.

Die Behandlung der Tailings mit Cyankaliumlösung wird in grossen Holzbottichen von 55 bis zu 600 Tonnen Fassungsraum vorgenommen, die oberhalb ihres eigentlichen Bodens noch einen mit Cocosmatten bedeckten Seihboden besitzen, auf welchem die ausgelaugten Massen dann zurückbleiben. Die verwendeten Cyankaliumlösungen sind sehr dünn, meist nur 0,1—0,25 procentig; sie müssen aber in grossem Ueberschuss angewendet werden. Theoretisch würden 2 Gewichtstheile Cyankalium zur Lösung von 3 Gewichtstheilen Gold ausreichen; in Wirklichkeit braucht man indessen 40 Gewichtstheile Cyankalium auf 1 Gewichtstheil Gold. Es beruht dieser colossale Verbrauch auf der leichten Zersetzbarkeit des Cyankaliums durch den Sauerstoff der Luft und durch Bestandtheile der Erze.

Aus den erhaltenen Lösungen muss nunmehr das Gold wieder abgeschieden werden. Das geschieht durch Zusatz blanker Zinkdrehspähne und wird in besonderen Fällkästen vorgenommen. Auf der Oberfläche des Zinkes schlägt sich metallisches Gold schlammförmig nieder, indem zugleich eine aequivalente Menge Zink in Lösung geht. Die Abscheidung beruht auf der Umsetzung des gebildeten Kaliumgoldcyanürs mit Zink zu Kaliumzinkcyanür und Gold. Da Zink im Ueberschuss angewendet wird, enthalten die Schlämme neben Gold noch wesentliche Mengen dieses Metalls. Um sie davon zu befreien, werden sie nach dem Trocknen zunächst zur Oxydation des Zinks geröstet und das Röstgut wird dann zur Verschlackung des Zinks mit doppeltkohlensaurem Natron, Borax, Sand und bisweilen auch mit Flussspath geschmolzen [1]). Der Feingehalt des so erhaltenen Tailinggoldes schwankt zwischen 620 und 860 Tausendtheilen.

Der Mac Arthur-Forrest-Process ist mit nicht unbedeutenden Verlusten verbunden. Bereits die Auslaugung der Tailings durch die Cyanidlösung ist unvollständig und es bleiben in der Regel noch 2 bis 3 g Gold in der Tonne ungelöst zurück. Vor allem aber gehen bei der Röstung des Zink-Goldschlammes etwa 35 % des darin enthaltenen Goldes verloren, weil das bei der Rösttemperatur sich theilweise verflüchtigende Zink Gold mechanisch mitreisst.

Anstatt mit Zink fällen S i e m e n s und H a l s k e [2]) bei einer von

---

1) d e L u n a y. Chemiker-Ztg. **20**, Repert. 264, 1896.

2) Zeitschrift f. angew. Chemie 1897, S. 30.

ihnen ausgearbeiteten Modification des Cyanidverfahrens das Gold mit Hilfe des elektrischen Stromes aus den Kaliumgoldcyanürlösungen aus. Als positiver Pol der verwendeten Elektricitätsquelle tauchen Eisenbleche in die zu fällende Flüssigkeit ein, als negativer Pol Bleibleche. Lässt man den Strom mit einer Stärke von 0,54 Ampère für jeden Quadratmeter der negativen Elektrode durch die Flüssigkeit hindurchgehen, so scheidet sich das Gold auf der Oberfläche der Bleibleche ab. Die letzteren werden von Zeit zu Zeit herausgehoben und durch neue ersetzt. Das ausgehobene goldhaltige Blei behandelt man durch sogen. Treibarbeit weiter, indem man durch Erhitzen auf offenen Herden das Blei oxydirt und das gebildete Bleioxyd durch Abziehen von dem zurückbleibenden Edelmetall trennt. Das resultirende Gold hat eine Feinheit von etwa 900 Tausendtheilen.

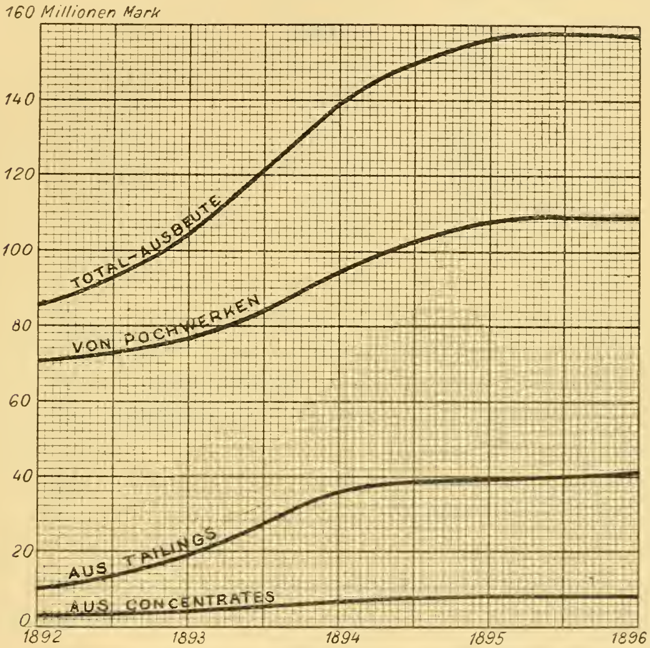
Dieser Siemensprocess wurde 1893 zum ersten Male auf dem Rand im kleinen Maassstab versucht. Ein etwas grösserer Versuch wurde 1894 mit 6300 Tonnen Tailings angestellt, welche dabei eine Ausbeute von 45,9 kg lieferten. Seitdem hat er sich auf dem Rand einer steigenden Aufnahme zu erfreuen. Mit ihm sind in der Regel noch einige kleine Abweichungen in der Herstellung der Kaliumgoldcyanürlösung verknüpft. Beispielsweise kann man noch wesentlich dünnere Cyankaliumlösungen, bis herunter zu 0,01 procentigen benützen. Auf diese Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen, ebenso wenig, wie mir hier der Ort zu sein scheint, die Vorzüge der beiden Cyanid-Verfahren, des Mac Arthur-Forrest-Processes und des Siemens-Processes gegen einander abzuwägen.

Die Vorzüge beider Methoden haben in der allerletzten Zeit dazu geführt, das Gebiet ihrer Anwendung wesentlich über den Kreis der Tailingverarbeitung hinaus auszudehnen. Zunächst ist man am Witwatersrand selbst dazu übergegangen, die Concentrates theilweise nach dem Cyanidverfahren zu verarbeiten, statt durch Chloration. Es ist das ohne Schwierigkeit gelungen, nur muss die Auslaugungsdauer dieses Materials wesentlich über das bei den Tailings übliche Maass ausgedehnt werden. Andere Versuche, mit Hilfe dieser Arbeitsweise auch den letzten Aufbereitungsrückständen, den vorhin (S. 281) erwähnten Slimes, ihr Gold nach einer vorhergehenden nochmaligen mechanischen Aufbereitung zu entziehen, scheinen bisher dagegen nicht von Erfolg gekrönt zu sein.

Auch ausserhalb Transvaals haben neuerdings die Cyanidverfahren erfolgreiche Anwendung gefunden, so stellenweise in Colorado, Arizona, Dakota und in Neu-Seeland zur directen Verarbeitung der von den Gruben geförderten und gepochten Erze[1]).

Die vorstehenden Angaben über die Goldlagerstätten des Witwatersrands bedürfen nur noch einiger Ergänzung durch statistisches Material.

Fig. 5.



Goldproduction am Witwatersrand von 1892—1896.

Ich verweise mit Beziehung darauf zunächst auf Figur 5, welche die Production von 1892 bis 1896 ihrem Werth nach ermessen lässt und die hauptsächlich bestimmt ist, die rapide Vermehrung der Gesammtproduction zu erläutern und den starken Zuwachs in das rechte Licht zu setzen, den sie in den letzten Jahren hauptsächlich durch die Verarbeitung des Tailings erfuhr.

---

[1]) Chemiker-Zeitung **21**, Repert. 39 u. 70, 1897.

Die gesammte Goldförderung des Witwatersrands seit seiner Erschliessung giebt die folgende Tabelle dem Gewichte nach an. Ihr sind auch die Zahlen für die Förderung aller anderen Districte Transvaals zusammengenommen in einer zweiten Spalte beigefügt.

	Witwatersrand.	Andere Districte in Transvaal.
1887—1889	19991,15 kg	—
1890	15388,81 „	—
1891	22680,24 „	—
1892	37658,02 „	3561,74 kg
1893	45980,64 „	4100,81 „
1894	62951,49 „	7516,54 „
1895	70734,61 „	7083,71 „
1896	70935,75 „	6759,38 „

Wie man sieht, wird am Witwatersrand etwa $^9/_{10}$ des im ganzen Transvaalfreistaat gewonnenen Goldes producirt. Der Rest wird hauptsächlich durch die Förderung des De Kaap Goldfeldes (S. 276) gedeckt, sowie durch die Ergebnisse des Abbaues der Goldfelder von Heidelberg, Potschefstroom und Klerksdorp, welche auf dem zweiten Ausstreichen der Witwatersrandschichten auf dem Südflügel der früher (S. 275) beschriebenen Mulde in Angriff genommen wurden. Daneben ist noch das nördlich des De Kaap-Feldes gelegene Goldfeld von Lydenburg zu erwähnen, auf welchem goldführende Sandsteinflötze abgebaut werden, deren Zusammenhang mit den hier eingehend beschriebenen Schichtensystemen nicht bekannt zu sein scheint.

Die vorstehenden Skizzen beanspruchen durchaus nicht, eine erschöpfende Darstellung auch nur der wichtigsten Goldlagerstätten zu geben. Vorkommnisse, von einer so ausserordentlichen Ergiebigkeit, wie diejenigen Russlands und — um nur bei Europa zu bleiben — interessante Lagerstätten, wie die von Siebenbürgen, von Ungarn, vom Monte Rosa konnten ebenso wenig Erwähnung finden, wie die erst vor wenigen Decennien aufgegebene Goldwäscherei aus den Sanden des

Rheins zwischen Kehl und Karlsruhe. Dennoch besitzt auch die vorliegende Abhandlung insofern Vollständigkeit, als sie ermöglicht, sich mit allen wichtigen Abarten des Goldvorkommens an geeigneten Beispielen vertraut zu machen. Der Leser hatte Gelegenheit, die Ablagerung des Goldes auf primärer und secundärer Lagerstätte kennen zu lernen, ebenso wie den genetischen Zusammenhang beider Classen von Fundstätten. In Beziehung auf die primären Lager konnte er unterscheiden zwischen den als Spaltenausfüllung aufzufassenden Gängen und den als Glied einer regelmässigen Schichtenfolge auftretenden Conglomeratbänken des Witwatersrands. Das Gold selbst fand sich bald als Freigold, bald in Gesellschaft mit Eisenkies, bald auch in Verbindung mit Tellur.

In gleicher Weise gewährt diese Abhandlung auch einen nahezu vollständigen Ueberblick über die bei der Gewinnung des Goldes befolgten Principien. Wir lernten den Waschprocess kennen in seinen einfachsten Formen mit Pfanne, Wiege und long Tom bis zu den complicirtesten mit Schleussen und undercurrents. Wir sahen, wie er hierbei schon mit dem Amalgamationsverfahren vereinigt wurde. Dieses letztere muss als eine zweite Hauptgruppe der Methoden zur Goldausbringung angesehen werden, und wir lernten es in seinen Unterformen als Pochwerksamalgamation, als Pfannenamalgamation und als Fässeramalgamation näher kennen. Drittens ist dann die Gewinnung des Goldes durch Ueberführen in wässrige Lösung zu nennen, und es sind in Beziehung hierauf die Chloration, Bromation und die beiden Cyanidverfahren näher beschrieben worden.

Nur eine letzte Gruppe von Methoden der Goldgewinnung muss noch mit wenigen Worten erwähnt werden: die sogenannte Scheidung, mit deren Hilfe man aus goldhaltigem Silber die geringen darin enthaltenen Goldmengen abscheiden kann. Fast überall, wo Silbererze vorkommen, findet sich auch Gold, sei es auch in geringsten Mengen. Alles hüttenmännisch dargestellte Silber enthält daher auch etwas Gold, und man ist dazu übergegangen, dasselbe daraus zu gewinnen und es gleichfalls aus alten Silbermünzen, die aus ungeschiedenem Gold geprägt wurden, abzuscheiden.

Dazu dienen namentlich zwei Verfahren. Das eine, die Affination, beruht auf einer Behandlung des Silbers mit concentrirter, kochender Schwefelsäure. Silber ist darin löslich und kann später aus der Lösung

wiedergewonnen werden, Gold bleibt ungelöst zurück und wird eventuell noch einer weiteren Reinigung unterworfen. Die Methode ist beispielsweise auf der Hütte zu Oker im Harz in Betrieb.

Ein anderes wichtiges Scheideverfahren ist ein elektrolytisches. Es rührt von Möbius her und wird u. A. auf der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. benutzt. Aus dem zu scheidenden goldhaltigen Silber werden Platten gegossen, die als positive Elektroden in eine schwach angesäuerte Lösung von Kupfernitrat und Silbernitrat eingehängt werden. Ihnen gegenüber hängt als negative Elektrode ein Silberblech. Leitet man einen elektrischen Strom durch die Lösung, so wird an der positiven Elektrode allmählich alles Silber aufgelöst und an der negativen gleichzeitig in Form von Krystallen wieder abgeschieden. Die fremden Metalle, vor allem auch das Gold, die in dem zu scheidenden Silber mit enthalten waren, werden hierbei nicht mit aufgelöst. Man sammelt sie in Leinensäcken, mit denen die positiven Elektroden von Anfang an umhüllt waren und reinigt das Gold eventuell noch einmal.

Die Goldproduction Deutschlands, welches wir z. B. 1896 mit 9751000 Mark in der Statistik finden, beruht ausschliesslich auf der Gewinnung von Scheidegold.

Um dem Leser schliesslich noch eine Vorstellung von der gesammten Goldförderung auf der Erde zu geben, theile ich im Folgenden eine Tabelle mit, welche die Total-Ausbeute der Jahre 1856 bis 1895 aufzählt. Die Zahlen für 1856 bis 1890 sind einer Zusammenstellung von William Kent[1]) entnommen und werden von diesem als »die wahrscheinlichsten Werthe« bezeichnet. Er hat sie durch Vergleichung der Tabellen von Soetbeer, von Sir Hector Hay und derjenigen des amerikanischen Münzdirectors abgeleitet. Die Zahlen für 1891 bis 1895 entnehme ich einer neuen Veröffentlichung von E. Biedermann[2]),

---

[1]) Mineral resources of the United States. Calendar years 1889 and 1890, S. 54.

[2]) Ernst Biedermann. Production, Verwendung und Vertheilung der Edelmetalle. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate **46**, 1—68, 1898.

Gesammt-Goldproduction der ganzen Erde
in Millionen Mark

1856	562,8	1870	516,6	1883	407,4
1857	562,8	1871	499,8	1884	420,0
1858	558,6	1872	474,6	1885	445,2
1859	546,0	1873	470,4	1886	445,2
1860	533,4	1874	466,2	1887	445,2
1861	512,4	1875	466,2	1888	462,0
1862	499,8	1876	466,2	1889	504,0
1863	499,8	1877	487,2	1890	495,6
1864	512,4	1878	504,0	1891	543,3
1865	529,2	1879	478,8	1892	597,3
1866	533,4	1880	453,6	1893	659,9
1867	533,4	1881	436,8	1894	740,7
1868	529,2	1882	420,0	1895	818,2
1869	525,0				

Die Vertheilung der Goldproduction auf die einzelnen Länder ergiebt sich für die Jahre 1895 und 1896 aus der folgenden Tabelle[1]).

	1895	1896
Verein. Staaten von Nord-Amerika	191 066 000 Mk.	232 560 000 Mk.
Afrika	181 744 000 «	184 620 000 «
Australien und Neuseeland . . .	174 604 000 «	178 337 000 «
Russland	129 662 000 «	128 928 000 «
Mexico	22 848 000 «	38 719 000 «
Indien	18 360 000 «	24 480 000 «
China	18 972 000 «	21 094 000 «
Columbien	12 995 000 «	12 648 000 «
Brasilien	9 098 000 «	10 118 000 «
Britisch Guiana	8 854 000 «	8 915 000 «
Französisch Guiana	7 609 000 «	7 650 000 «
Deutschland	9 608 000 «	9 751 000 «
Oesterreich-Ungarn	7 466 000 «	7 466 000 «
Andere Länder	27 622 000 «	36 394 000 «
	820 508 000 Mk.	881 680 000 Mk.

[1]) Chemiker-Ztg. **21**, 66, 1897. — Die Totalsumme für 1895 weicht in dieser Quelle um ein geringes von derjenigen der vorhergehenden Tabelle ab.

Noch ein Gesichtspunkt der Edelmetallstatistik verdient am Schlusse dieser Arbeit wenigstens gestreift zu werden, die Frage nach der Gesammtmenge des Goldes, die bisher überhaupt gefördert wurde. Zusammenstellungen hierüber hat in sehr gründlicher Weise Soetbeer in seiner classischen Arbeit über die Edelmetall-Production gegeben. Sie beziehen sich auf die Zeit von der Entdeckung Amerikas, also von 1493, bis 1875. Biedermann hat in seiner vorhin citirten Abhandlung diese Zahlen bis auf 1895 ergänzt, und es stellt sich hiernach die Gesammt-Goldproduction der Erde von 1493 bis 1895 wie folgt dar:

Vereinigte Staaten von Nord-Amerika .	8 707 590 000	Mk.
Australien	7 731 090 000	«
Russland	4 921 560 000	«
Columbia	3 622 833 000	«
Brasilien	2 990 880 000	«
Peru, Bolivia, Chile	2 053 440 000	«
Deutschland und Oesterreich-Ungarn .	1 467 540 000	«
Mexico	613 800 000	«
Afrika	1 395 000 000	«
Uebrige Länder	3 225 240 000	«
Total	36 728 973 000	Mk.

Zu dieser Goldproduction gesellte sich im gleichen Zeitraum eine Silberausbeute von 44 787 075 000 Mk., so dass also die gesammte Gewinnung an Münzmetall seit 1493 den Werth von 81,5 Milliarden Mark erreicht.

Die gewonnene Goldmenge hat ein Gewicht von etwa 13 000 Tonnen, sie nimmt ein Volumen von etwa 675 Cubikmetern ein und repräsentirt eine Kugel von nicht ganz 5,5 Metern Halbmesser. Wahrlich eine minimale Menge im Verhältniss zur Grösse unseres Planeten.